

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

*Студентки 3 курса 9 группы ИСА Акопян М.В., Светлорусова А.М.
Научный руководитель - доц., канд. техн. наук О.Б. Ляпидевская*

СОВРЕМЕННЫЕ СТЕНОВЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Наружные ограждающие конструкции являются одними из наиболее ответственных элементов здания. Именно они защищают здание от атмосферных осадков, солнечной радиации, температурных воздействий и т.д. и оказывают влияние на температурно-влажностный режим помещений, который сказывается на здоровье человека и на его комфортном пребывании. Поэтому очень важно правильно выбирать конструкции и материалы для их производства.

В современном строительстве для быстрого возведения надежных, легких и долговечных объектов используют сэндвич-панели. Они пришли на смену тяжёлым, трудно возводимым конструкциям. Их применение позволило сократить сроки монтажа, снизить затраты на производство и ремонт конструкций, придать зданию современный привлекательный вид (рис. 1).



Рис. 1. Здание из сэндвич-панелей

Сэндвич-панель представляет собой трехслойную конструкцию, состоящую из двух слоёв тонколистовой металлической облицовки (толщиной 0,5-0,7 мм) и слоя утеплителя между ними (рис. 2).

В качестве утеплителя могут быть использованы следующие материалы:

1. Минеральная вата — теплоизоляционный волокнистый материал, изготовленный из расплава горных пород, шлака или стекла. В зависимости от процентного содержания связующих и степени обжаривания минераловатного ковра при формовании получают изделия различной

жесткости. Минеральная вата имеет высокие теплоизолирующие способности благодаря высокой пористости (до 95%) и относится к негорючим материалам (НГ). Основным недостатком изделий из минеральной ваты следует отнести высокое водопоглощение (до 600%). С повышением влажности растет и теплопроводность, поэтому минеральную вату нужно предохранять от увлажнения.

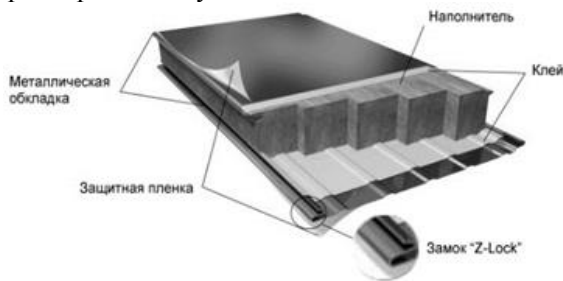


Рис. 2. Структура сэндвич-панелей

2. Пенополистирол – теплоизоляционный материал, изготовленный беспрессовым способом из суспензионного вспенивающегося полистирола с добавкой антипирена. Представляет собой высокопористый материал (пористость до 98%) с преимущественно замкнутыми порами. Ячеистая структура формируется в результате вспенивания полимерной композиции газообразующей добавкой – изопентаном – с последующим отверждением. Являясь эффективным утеплителем с низким водопоглощением (до 4%), прочностью на сжатие – не менее 100 кПа, пенополистирол обладает ограниченной теплостойкостью и горючестью и при горении выделяет токсичные вещества.

3. Пенополиуретан – теплоизоляционный материал, имеющий замкнутую ячеистую структуру, получаемый из полиольного и изоцианатного компонентов. Жесткий пенополиуретан имеет замкнутую ячеистую структуру, общий объем пор, заполненных газом фторхлорметаном, составляет 95-97%. Материал имеет высокие теплоизолирующие характеристики, низкое водопоглощение (1-5% по объему) и прочность на сжатие 100-120 кПа.

4. Пенополиизоцианурат – теплоизоляционный материал с закрытой ячеистой структурой, является разновидностью жесткого пенополиуретана. Каркас, образованный из твердых ребер и стенок, придает материалу механическую жесткость и занимает 3-5% его объема. Мелкие закрытые поры, заполненные газом с низкой теплопроводностью, составляют 95-97% объема. Прочность на сжатие составляет более 120 кПа, а водопоглощение по массе не превышает 1,0 %.

Таблица 1

Основные технические характеристики утеплителей,
применяющихся в сэндвич-панелях

Характеристики	Минеральная вата	Пенополистирол	Пенополиуретан	Пенополиизоцианурат
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	0,04-0,06	0,037	0,027	0,024
Средняя плотность, кг/м ³	100-120	25	40	40
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)	0,4-0,6	0,02	0,05	0,05
Термическое сопротивление сэндвич-панели толщиной 100 мм, м ² ·°С/Вт	2,38	2,7	3,7	3,8
Рабочая температура, °С	-60...+600	-50... +110	-160...+150	-160...+150
Группа горючести	НГ	Г2-Г4	Г2-Г4	Г2

Анализ представленных характеристик утеплителей, применяемых в сэндвич-панелях, позволяет сделать вывод, что наиболее эффективными являются плиты из пенополиизоцианурата, обладающие наименьшей теплопроводностью и водопоглощением при повышенной (по сравнению с другими материалами) прочности на сжатие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стеновые сэндвич-панели [<http://tecnosfera.ru/sendvich-paneli/pir/krovelnye/product/view/61/1610.html>]
2. ГОСТ 32603-2012 Панели металлические трехслойные с утеплителем из минеральной ваты. Технические условия.
3. ГОСТ 15588-2014 Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия
4. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
5. Tkach E.V. Develop an efficient method for improving hydrophysical properties of aerated concrete using industrial waste// Procedia Engineering. 2016. T. 153. С. 761-765.

Студент 4 курса 32 группы ИСА Жуков А.Ю.
Студентка магистратуры 1 года обучения 31 группы ИСА
Сазонова Ю.В.
Научный руководитель – аспирант К.К. Иванов

СИСТЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЗАПОЛЯРЬЯ

Развитие технологий строительства в условиях экстремально низких природных температур и вечной мерзлоты представляется одним из приоритетных направлений для отечественной стройиндустрии, в том числе и на развитие специальных строительных систем, ориентированных на строительство в заполярье.

На территориях севернее 67-й параллели сконцентрировано большое число освоенных и перспективных месторождений полезных ископаемых, а именно: каменного угля, никеля, золота, алмазов, а также нефти и природного газа. Все это предполагает строительство специальных сооружений с применением эффективной теплоизоляции. Это, не в последнюю очередь, относится к нефтяным платформам (рис. 1), размещение которых предполагается на шельфе Карского, Баренцева, Печорского и др. морей Северного ледовитого океана.



Рис. 1. Шельфовая платформа «Приразломная» в Баренцевом море

Комфортное существования человека в местах его пребывания складывается из факторов, влияющих на основные чувства и самочувствие человека. Так, сильными раздражителями могут стать: несбалансиро-

ванный микроклимат помещения, недостаточная изоляция помещений от внешних шумов декоративность внешней обшивки. Различают тепловой, акустический и визуальный комфорт. Именно на достижение этих показателей нацелены системы, применимые внутри помещений [1, 2].

Системы разделяют по назначению и области применения. По назначению системы делятся на звукоизоляционные, теплоизоляционные и отделочные (облицовочные). А по области применения, соответственно, системы для устройства облицовок или перегородок, подвесных потолков, перекрытия, полов, мансард.

С помощью современных изоляционных систем для внутренних конструкций появилась возможность решать проблемы комфорта более эффективно, по сравнению с классическими решениями. Например, снижая материалоемкость и трудоемкость и при этом увеличивая качественные показатели. Немаловажно также при этом обеспечить комплексный подход. Так, например, решая проблемы звукоизоляции, зачастую приходится не только изолировать стены и перегородки, а также обращать внимание на перекрытия, так как звук распространяется не только по прямым, но и косвенным путям [3, 4].

Достаточно часто наиболее распространенные строительные конструкции изготавливаются из горючих материалов, которые легко способствуют возникновению и развитию опасных факторов пожара.

Показателем огнестойкости конструкции является её предел огнестойкости, который устанавливается по времени (в мин.) от начала теплового воздействия на конструкцию до наступления одного или последовательно нескольких предельных состояний. Предельное состояние конструкции по огнестойкости – состояние конструкции, при котором она утрачивает способность сохранять несущие и (или) ограждающие функции в условиях пожара.

Применения изоляционных материалов на минеральном волокне в специализированной области должно носить централизованный и комплексный характер. К такой специализированной области применения, относятся морские сооружения, платформы и корабли.

Учитывая специфику области применения данных объектов, понятно, что использовать традиционные системы изоляции строительных конструкций – невозможно. В первую очередь из-за специфики ареала использования. Соответственно формируются, соответствующие этой области, нормы и правила.

В первую очередь, ужесточены требования к огнестойкости минеральных волокон. Повышенной огнестойкостью (вплоть до огнеупорности) обладает группа волокон и в частности муллитокремнеземистое, каолиновое, базальтовое. Получение этих волокон связано со значи-

тельными энергетическими затратами и является технологически сложной задачей.

Энергетически приемлемый вариант заключается в том, что в рамках действующих (классических) технологий получения волокна из горных пород (модифицированная вагранка с кислородным дутьем, подогреваемый лоток, четырехвалковая центрифуга и наклонная камера формирования первичного минераловатного ковра) обоснована возможность получения волокон с температурной стойкостью до 1100 оС.

Монтаж теплоизоляционных и звукоизоляционных материалов на основе волокон повышенной огнестойкости можно производить различными способами. Каждая судостроительная компания, в основном, имеет свои нормы и правила по установке изоляционных материалов. При монтаже изоляции для огнезащитных конструкций необходимо придерживаться официальных чертежей, согласно которым проводились огневые испытания.

Безопасность, энергосбережение и комфорт являются главными критериями выбора материалов [5] для систем изоляции таких автономных сооружений, как суда и нефтегазовые платформы. Основным достоинством изоляционных материалов на основе каменной ваты является крайне высокий уровень теплоизоляции, что позволяет держать под контролем энергопотребление. Они также соответствуют самым строгим требованиям в отношении звуко- и огнезащиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4 (35). С. 3.
2. Zhukov A.D., Smirnova T.V., Zelenshchikov D.V., Khimich A.O. Thermal treatment of the mineral wool mat. *Advanced Materials Research*. 2014. T. 838-841. P. 196–200
3. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu. V. Insulation systems of the building constructions / *MATEC Web of Conferences*. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604027>.
4. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu., Romanova I. P., Zelenshikov D.B., Smirnova T.V. The systems of insulation and a methodology for assessing the durability. / *MATEC Web of Conferences*. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604036>.
5. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Жукова Е.А. Системы фасадной отделки с утеплением. Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 279–283

ПЕНОПОЛИИЗОЦИАНУРАТ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Одним из основных факторов, которые стоит учитывать еще на этапе планирования строительства, являются теплопотери здания. Именно от них будет зависеть проект, а значит и то, какие строительные материалы, в том числе и утеплитель вы будете использовать. Бесспорно, важно создать энергоэффективное сооружение, чтобы не только обеспечить комфорт, но и снизить теплопотери до минимума, а значит, тратить меньше средств на его отопление [1, 2].

Сегодня на рынке строительных материалов представлен огромный ассортимент теплоизоляции, поэтому зачастую очень сложно сделать правильный выбор. Ведь хочется, чтобы теплоизоляционный материал был качественным, не слишком утяжелял конструкцию, не пропускал воду, был паропроницаемым, не боялся грибка и плесени, не оказывал негативных влияний на жизнедеятельность человека, а лучше – был натуральным и при этом обладал низкой стоимостью. Передача тепла обусловлена движением молекул, которое невозможно остановить полностью, но снизить вполне реально [3]. Так, в неподвижном сухом воздухе молекулы движутся медленнее всего. Именно это свойство и было взято в основу производства теплоизоляционных материалов, представляющих собой воздух, упакованный различными способами: в порах, ячейках, капсулах. Вспененные пластмассы – один из наиболее популярных видов утеплителей на рынке строительных материалов. Достоинствами вспененных пластмасс являются низкая плотность и теплопроводность, высокая влагопроницаемость и водостойкость. Основным недостатком – горючесть. Области применения вспененных пластмасс в строительных системах определяются этими показателями свойств.

Пенополиизоцианурат (PIR) является инновационным теплоизоляционным материалом, по своему составу близким к пенополиуретанам [4, 5]. В процессе производства PIR реакция полиола и полиизоцианата осуществляется в других пропорциях и при более высоких температурах по сравнению с теми, которые используются при производстве полиуретана. Это позволяет избыточному изоцианату вступать в реакцию тримеризации с образованием сшитого изоцианурата. Тримеризация прочнее обычных полиуретановых связей, что позволяет получать материал с улучшенными свойствами.

Пенополиизоцианурат (PIR-плиты) получают путем выдавливания из генератора- PIR и последующего формования изделий на пластинча-

том конвейере с верхней и боковой подпрессовкой. Обычно PIR производится в виде готовых плит, используемых в качестве жёсткой теплоизоляции. Его средняя теплопроводность составляет $0,023 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Сэндвич-панели применяются в строительстве легковозводимых зданий и сооружений в качестве предварительно утеплённых ограждающих конструкций. Плиты с мягкими облицовками используются, как правило, для утепления кровель и фасадов зданий, а также вентиляционных каналов и трубопроводов. Помимо этого PIR могут использовать в качестве технической теплоизоляции, включая холодильные установки для пищевых продуктов, фармацевтических и нефтехимических материалов, установки для кондиционирования воздуха, а также сжиженного природного газа.

Сегмент наибольшего применения – теплоизоляция в системах фундаментов. В частности PIR-теплоизоляцию используют в мелкозаглубленных фундаментах на проблемных грунтах (рис. 1).

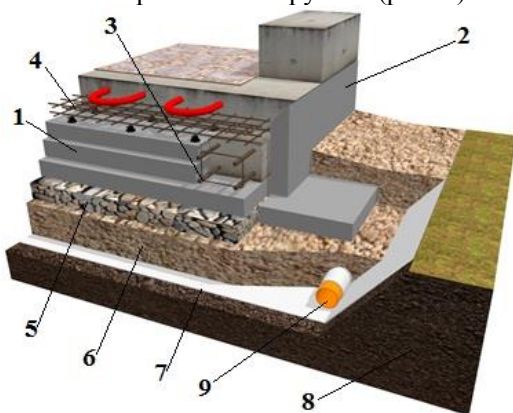


Рис. 1. Мелкозаглубленный фундамент типа «шведская плита»:
1 – PIR-плита; 2 – бетонная конструкция фундамента; 3 – арматура;
4 – система водяного обогрева пола; 5 – щебеночная подготовка; 6 – грунт обратной засыпки; 7 – геотекстиль; 8 – грунт основания; 9 – дренажная система

Давление на грунт в фундаментах подобного типа равномерно распределено. При этом ребра жесткости фундаментных плит сообщают системе дополнительную устойчивость к сжимающим и растягивающим нагрузкам: при замораживании, оттаивании или просадки грунта.

Не смотря на то, что PIR уже отлично зарекомендовал себя на рынке строительных материалов, современные исследования на этом не останавливаются. Так, эксперты данной организации, обратив внимание на рост и развитие предприятий агропромышленных комплексов в России,

проведя анализ своей продукции, пришли к выводу, что необходим новый улучшенный теплоизоляционный материал. Им стал PIR AGRO – строительный материал, удовлетворяющий требованиям современных агросекторов.

Отличительной особенностью PIR AGRO является применение более прочных и плотных видов фольги в его составе, что делает этот материал стойким к воздействию химических сред и существенно усиливает его антикоррозионные свойства. Теплопроводность ($\lambda_{25} = 0,022$ Вт/(м·К)) – одна из самых низких среди строительных утеплителей. Плиты PIR AGRO – это уже готовые элементы внутренней отделки ограждающей конструкции благодаря наличию финишного покрытия. При возведении сельскохозяйственных предприятий таких как: свинокомплексы, птицефабрики, овощехранилища, коровники и других, технологичность монтажа обеспечивает экономию времени на 30 %.

Стоит отметить, что в условиях повышенной агрессивности внешней среды, под воздействием различных химических веществ (хлора, натрия, соляной кислоты, аммиака, сернистого газа) внешний вид и физико-механические свойства плит PIR AGRO практически не изменяются. Это подтвердили испытания в российском Национальном Исследовательском Технологическом Университете МИСиС (Заключение № 041/16-503 от 26 ноября 2016 г.). Проведенные эксперименты показали, как хорошо защитное покрытие из алюминиевой фольги справляется с особенностями эксплуатации сельскохозяйственных сооружений, и подтвердили безопасность и целесообразность его применения. А значит, данная теплоизоляция идеально подходит для предприятий агропромышленного сектора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4 (35). С. 3.
2. Теличенко В.И., Орешкин Д.В. Материаловедческие аспекты геоэкологической и экологической безопасности в строительстве // Экология урбанизированных территорий. 2015. No. 2.Р. 31-33.
3. Жуков А.Д., Чугунков А.В. Локальная аналитическая оптимизация технологических процессов // Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 273-278
4. Жуков А.Д., Аристов Д.И., Глотова Ю.В., Сазонова Ю.В., Тюленев М.Д. Пенополиизоцианурат в системах изоляции фундаментов // Вестник МГСУ 2016. № 4. С. 62–68
5. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., Naumova N.V., Chkunin A.S. Composite wall materials // «Italian Science Review». Issue 2 (11); February 2014. P. 155–157

СИСТЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ ФАЛЬЦЕВОЙ КРОВЛИ

Фальцевая кровля – это самый надежный вид кровельного покрытия, практически исключающий возможность протечек. Использование систем фальцевой металлической кровли позволяет получать практически не разрушаемую внешнюю изоляционную оболочку. Но помимо конструктивных решений необходима комплексная изоляция кровельных систем. Ее реализация позволяет: минимизировать опасность попадания капельной влаги в конструкцию и в помещения, снизить вероятность попадания капельной влаги и пара в теплоизоляционные слои из жилых помещений, обеспечивать комфортные условия в помещении [1,2].

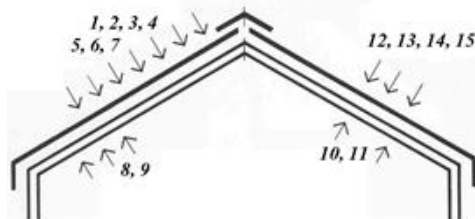


Рис. 1. Воздействия на кровельную систему: 1 – инсоляция; 2 – теплоотдача; 3 – тепловое воздействие; 4 – град; 5 – дождь; 6 – снег; 7 – ветровое воздействие; 8, 15 – огневое воздействие; 9 – звук; 10 – тепло; 11 – водяной пар; 12 – излучение; 13 – атмосферный воздух; 14 – шум

Для всех типов зданий используются металлические кровли. Их основными преимуществами по сравнению с минеральными кровлями является меньший вес, а перед мягкой кровлей – повышенная сопротивляемость огневому воздействию, долговечность и сопротивляемость механическим воздействиям [3–5].

Задачами кровельных систем являются защита конструкции кровли и крыши от проникновения влаги, от других атмосферных воздействий (рис. 1) и минимизация теплопотерь, а, следовательно, и расходов на обогрев в холодные периоды года. При грамотном выполнении изоляции кровельных систем, в частности и оболочки здания, вообще, нагрузку на системы обогрева, вентиляции и кондиционирования можно снизить до минимума, что, в свою очередь позволяет оптимизировать эксплуатационные затраты.

С точки зрения системного подхода изоляция кровли включает три основных элемента: гидроизоляцию, теплоизоляцию и пароизоляцию.

Эти системные решения обеспечиваются соответствующими как относительно недорогими так и элитными материалами.

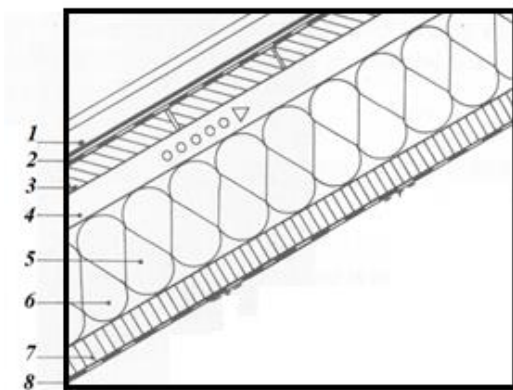


Рис. 2. Вентилируемая крыша, последовательность слоев: 1 – металлическое покрытие; 2 – разделительный слой; 3 – деревянная обрешетка; 4 – вентилируемое пространство; 5 – теплоизоляция; 6 – несущая конструкция; 7 – слой-аккумулятор тепла; 8 – пароизоляция

Гидроизоляция предназначена для защиты кровельной конструкции от капельной влаги, проникающей извне. Пути проникновения капельной влаги – неплотности или дефекты кровельного покрытия. Практически все современные кровельные материалы надежно предохраняют дом от внешних осадков. Проблемы возникают при их некорректном монтаже.

Сплошная система гидроизоляции предусматривает укладку гидроизоляционного ковра. В ендовах и на карнизных стрехах монтируется самоклеящийся битумно-полимерный материал. В ендове самоклеящийся подкладочный материал укладывается шириной 1 м, вдоль карнизной стрехи на величину самого карнизного вылета плюс 0,9 м от плоскости внутренней стены внутрь здания или сооружения.

Гидроизоляция по элементам опасности предусматривает укладку дополнительного гидроизоляционного ковра только в местах наиболее подверженных протечкам. К ним относят: карнизная стреха, ендова, фронтонный свес, ребра скатов, коньки кровли и кровельные выходы. В ендовах и на карнизных стрехах монтируется самоклеящийся битумно-полимерный материал.

Укладку рулонного материала ведут снизу вверх с набрасыванием 100 мм в поперечном направлении, а в продольном – 150 мм. К основанию материал крепят специальными оцинкованными гвоздями с широ-

кой шляпкой через каждые 200–250 мм. Места набрасывания промазываются битумной мастикой.

Пароизоляция необходима для предохранения всех элементов кровельного пирога от проникания влаги из помещения. Водяной пар, непрерывно проходящий через утеплитель, уменьшает общее сопротивление теплопередаче, в деревянных конструкциях вызывает гниение и образование плесени, а в электроприборах и проводке приводит к замыканиям.

Фольгированная пароизоляция используется для герметизации с укладкой предпочтительно на подконструкцию из стальных профилированных листов (профнастила). Пароизоляцию наклеивают на сухую, очищенную от пыли, жира и масла поверхность. В местах соединений и примыканий пароизоляцию выводят по высоте на уровень теплоизоляции, чтобы обеспечить воздухо- и паронепроницаемость конструкции.

Целью применения *теплоизоляции* является формирование теплоизолирующего барьера, отделяющего внутренние помещения от наружной среды. Специфика этого барьера связана с типом используемых материалов, способом их укладки и защиты и от механических воздействий, и от влажностного фактора.

Все элементы кровельного пирога скатной фальцевой кровли взаимосвязаны: материалы должны быть совместимы и повреждение одного слоя влечет постепенное разрушение других слоев. Поэтому является первостепенно важным качеством каждого из материалов и их качественный монтаж.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zhukov A.D. Composite wall materials / A.D. Zhukov, I.V. Bessonov, A.N. Sapelin, N.V. Naumova, A.S. Chkunin // «Italian Science Review». Issue 2 (11); February 2014. P. 155–157
2. Gnip I.J. Experiments for the long-term prediction of creep strain of expanded polystyrene under compressive stress / I.J. Gnip, S. Vaitkus, V. Keršulis, S. Vejelis // Polymer Testing. 2010. No. 29. P. 693-700.
3. Румянцев Б.М. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов / Б.М. Румянцев, А.Д. Жуков, Т.В. Смирнова // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 3 (23). С. 3.
4. Zhukov A.D. Thermal treatment of the mineral wool mat / A.D. Zhukov, T.V. Smirnova, D.B. Zelenshchikov, A.O. Khimich // «Advanced Materials Research» (Switzerland) Vols. 838–841 (2014). P. 196–200
5. Zhukov A.D. Insulation systems and green sustainable construction / A.D. Zhukov, Ye.Yu. Bobrova, D.B. Zelenshchikov, R.M. Mustafaev, A.O. Khimich // «Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering». Volumes 1025–1026 (2014). P. 1031–1034

БЕТОН ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ

В последнее время все более высокие требования предъявляются к возведению, эксплуатации зданий и сооружений. Возрастают требуемые значения экологической чистоты, эстетики и в особенности безопасности, экономичности и долговечности строительных объектов.

Широко распространённым материалом является железобетон, чьи отличные характеристики объясняются взаимодействием стальных армирующих стержней и цемента. В строительстве железобетон используется практически 2 века, и в ходе его исследования и совершенствования выявляют новые и новые способы армирования [1, 2].



Рис. 1. Армирующее волокно: а – стальная фибра; б – полипропиленовое волокно; в – минеральное волокно

Помимо классического способа, выделяется 2 основных типа армирования бетона: при помощи фибр – коротких частей волокон и с помощью длинных нитей (тканей, сетей и т.п.). Сейчас активно развиваются технологии дисперсного армирования бетонной матрицы с помощью полимерных, стеклянных, базальтовых и металлических волокон (Рис. 1). Введение волокон в цементное тесто дает укрепление по трем направлениям. Поэтому фибробетон является более прогрессивным, ведь арматура обеспечивает только двухмерное увеличение прочности бетона. Также введение фибр увеличивает сопротивление растяжению и изгибу в 2,5 раза и усиливает прочностные характеристики бетона.

Фибробетон в два раза менее склонен к появлению трещин, в 12 раз лучше воспринимает ударные нагрузки. Фибробетону характерна лучшая стойкость при взаимодействии с агрессивными средами, более высокая водонепроницаемость. Если стальной каркас включается в работу лишь при появлении трещины в бетонном теле то, фибра упреждает

появление трещин в бетоне еще задолго, когда он находится в упругом состоянии.

Применение в бетонной смеси стальных фибр модифицируют структуру бетона, и он начинает обладать новыми свойствами. Для монолитных полов, как правило, используют стальные волокна особого сечения, которые являются железными жилами длиной 25 – 90 мм, диаметром 0,4 до 1,3 мм, прочностью на растяжение около 10^3 МПа и более. Эксплуатационные свойства волокон, применяемых для монолитных полов, зависят как от физических параметров волокон (прочности на разрыв, длины, диаметра), так и от дозировки ($\text{кг}/\text{м}^3$). Использование стальной фибры, соотношение которой составляет $l/d = 60 - 80$ является наиболее рациональным. Фибра изготавливается из нержавеющей стали, как с покрытием, так и без. Расчетный расход от 20 до 40 $\text{кг}/\text{м}^3$ бетона. Достоинства стальной фибры перед обычной арматурой при производстве бетонных полов: увеличение стойкости бетона к нагрузкам вибрационного характера, так как вибрация, является причиной деструкции бетона. Сокращение времени, в сравнении с установкой арматуры. Замена арматурного каркаса стальной фиброй намного уменьшает толщину стяжки при сохранении несущей способности бетонной плиты. Не блокирует образование микротрещин, но хорошо предотвращает разрастание трещин. К минусам стальных волокон можно приписать разрушение в агрессивной среде и катодный эффект цементных растворов. Для базальтовой фибры не так опасна коррозия, при этом масса, по сравнению с металлическим волокном, снижается практически в 3 раза [3–5]. Плюсами использования базальтовой фибры в качестве армирования бетона является то, что малое количество добавок этих волокон, повышает сопротивление конструкций изгибающим нагрузкам. Армированные бетоны отличаются высокой степени негорючести, стойкостью к вибрации и сопротивляемостью к ударным нагрузкам. Базальтовая фибра продлевает "жизнь" возводимым зданиям, кроме того снижает трещинообразование и понижает их усадочную деформацию. Армированные фиброй конструкции можно возводить на слабых грунтах и продуктивно решить проблемы экономии как энергетических, так и сырьевых ресурсов. Если учесть все плюсы, представленные базальтовой фиброй, то они направлены на уменьшение экономических затрат в возведении сооружения, обеспечивая долгий срок службы и надежность эксплуатируемого объекта. Негативной стороной базальтовой фибры является её гладкая поверхность, которая ухудшает сцепление с бетоном, а при некоторых условиях волокно может рассматриваться как канцероген, но это все не летально.

Полимерное волокно можно рассматривать как отличную замену стальной сетки, так как оно лишено ее недостатков. Данное волокно не

так сильно влияет на предел прочности бетона при сжатии и изгибе, но препятствует возникновению микротрещин в стяжке. Применяется полипропиленовое волокно в производстве: пено-и газобетона, плит перекрытий; береговых защитных сооружений; плит для аэродромов. А также в различных стяжках.

Изделия с полипропиленовым армированием подвергаются большим деформациями даже при малых, сравнительно небольших нагрузках, что вызвано малым коэффициентом сцепления полипропилена с цементным камнем. Помимо этого, такие изделия со временем уменьшают свою прочность, обладают горючестью и имеют малую стойкость поверхности к абразивному износу.

Сдерживающим фактором использования стекловолокна является его низкая химическая стойкость в цементном тесте. Минусами металлических волокон являются слабая стойкость к агрессивной среде и катодный эффект цементных растворов. Материалы из бетона, армированного базальтовой фиброй, не имеют этих недостатков. Направление дальнейших исследований: изучение возможности получения изделий из ячеистого бетона с дисперсным армированием базальтовыми волокнами.

Композитную арматуру обычно изготавливают из полимерных или стекловолокнистых материалов в различных сочетаниях, применяют углеродные волокна. Композитная арматура обладает электромагнитной прозрачностью и отличной стойкостью к коррозии. Однако, как правило, все хорошее обладает одним существенным недостатком – более высокой стоимостью. Применительно ко всем способам дисперсного армирования существенным является фактор соотношения цены, свойств и эксплуатационной стойкости получаемого материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., Naumova N.V., Chkunin A.S.* Composite wall materials // «Italian Science Review». Issue 2 (11); February 2014. P. 155–157
2. *Жуков А.Д., Румянцев Б.М., Чукин А.С., Аристов Д.И.* Оптимизация ячеистых структур // Научное обозрение. 2015. №13. С. 128–131
3. *Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В.* Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4 (35). С. 3.
4. *Жуков А.Д., Рудницкая В.А., Смирнова Т.В.* Армирующие волокна в технологии бетонов // Вестник МГСУ. 2012. №4. С.160–164
5. *Жуков А.Д., Рудницкая В.А.* Пенобетон армированный базальтовой фиброй // Вестник МГСУ. 2012. № 6. С. 83–87

*Студенты 2 курса 16 группы ИГЭС Казадаев В.М., Акулов И.В.,
Соловьев К.А.,
Научный руководитель – проф., д-р тех. наук, проф. Е.В. Ткач*

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕНОГО БРУСА В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дерево – уникальный материал, который в течение многих веков удовлетворяет множество потребностей человека. Использование в строительстве древесины пользуется популярностью на протяжении многих лет. В современном мире существует множество различных строительных материалов из древесины, которые находят широкое применение в возведении всевозможных сооружений. Хорошо зарекомендовал себя относительно новый строительный материал — клееный брус. Выпуск древесины по технологии клееного бруса впервые начался в Финляндии. Для изготовления данного строительного материала использовалась сосна, которая широко распространена в северной стране [1].

Технология клееного бруса заключается в следующих этапах:

Распил и сушка. Сперва выбранный лесоматериал распиливается на доски необходимого размера (в соответствии с техническими требованиями) после чего они отправляются на сушку.

Контроль и калибровка. Вторым шагом является калибровка полученного материала, после которой он проходит визуальный контроль (может выполняться как рабочим, так и быть автоматизирован) для выявления и удаления бракованного материала.

Обработка и строгание. Материал тщательно обрабатывается антисептиками и антипиреновыми составами. Это необходимо для повышения стойкости материала к внешним воздействиям и придания ему огнестойчивости. После процесса обработки происходит строгание ламелей, из которых позже будет склеиваться брус.

Склеивание и прессовка. При склеивании используется специальный клей, который должен соответствовать всем показателям экологичности. Сразу после нанесения клея, собранный из ламелей брус (таким образом, что направление волокон разностороннее) идет под пресс, после чего его толщина может достигать 250мм при количестве 2-5 ламелей [2].

Благодаря соблюдению технологии производства на выходе мы получаем готовый качественный материал. Среди зданий и сооружений, при строительстве которых применяется клееный брус, можно выделить: малоэтажные частные дома, бани, церкви, пешеходные мосты, выставочные и торговые комплексы, арены и стадионы, теннисные кор-

ты, конноспортивные манежи, склады, ангары и промышленные сооружения.



Рис. 1. Нанесение клея на ламели

Наряду с экологичностью и изящным внешним видом, клееный брус также имеет достаточно высокие прочностные характеристики. Сочетание этих свойств позволяет использовать данный материал в качестве элементов несущих, либо ограждающих конструкций, а также в виде элементов декора.

Если говорить об ограждающих конструкциях, то их важнейшим свойством является теплопроводность. По результатам экспериментальных данных коэффициент теплопроводности клееного бруса из сосны размерами 200x150 мм составил $\lambda=0,233 \pm 0,006$ Вт/(м · °С) [3]. Благодаря этому стенам из клееного бруса нужен лишь незначительный утеплитель, а толщина этих стен составляет 200 мм. Также, в 2016 году в ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко впервые за 40 лет были проведены испытания образца клееного бруса на горючесть. Испытания показали, что клееная древесина несравнима даже с показателями металла и железобетона.

Помимо монтажа стен из клееного бруса также осуществляется монтаж перекрытий. В частном домостроении стропильные системы можно выполнять из клееного бруса – эта надежная конструкция выполняет также и декоративную роль.

Говоря о частных домах, нельзя не упомянуть строительство лестниц из клееного бруса. На сегодняшний день существует множество вариантов конструкций, каждая из которых может быть выполнена с использованием данного древесного материала.

В последнее время отмечается тенденция по установке заборов, сделанных из клееного бруса. Помимо прочного ограждения, этот материал также является элементом декора.

Посмотрев на плюсы клееного бруса, мы не можем не вспомнить о его минусах. Пожалуй, самым большим его недостатком являются пороки древесины. Клееный брус, несмотря на высокую технологичность, остается древесиной. И все недостатки древесины, в той или иной мере, могут проявиться в любой момент.

Конечно, по сравнению с обычным брусом, клееный в разы лучше тем, что при его производстве легче выявить брак на ранних стадиях, но дефектов все равно не избежать: трещины, щели, усадка (около 2см на метр) — всё это будет присутствовать, но в минимальном объеме, в разы меньше по сравнению с другими деревянными строительными материалами.

Еще одним важным фактором является новизна этого материала на рынке, и т.к. он не так распространен, как остальные строительные материалы, производители часто этим пользуются. Так, например, вместо экологического клея часто используют клей на синтетической основе, который не пропускает воздуха и со временем разлагается, что существенно снижает долговечность сооружения. Еще большую роль играет дороговизна по сравнению с обычным брусом (26 тыс.руб./м² против 8 тыс.руб./м²). Но производство клееного бруса сильно совершенствуется. Так, на одном из крупных предприятий используют немецкую технологию вырезания пазов, при помощи которой брус ложится настолько точно, что не требуется никакого утеплителя. Это ведет к снижению себестоимости [4].

Таким образом, можно сказать, что клееный брус, как и любой другой материал, имеет свои плюсы и минусы, однако у него большие тенденции к развитию и кто знает, может уже в ближайшем будущем он будет одним из доминирующих материалов на рынке строительства зданий и сооружений из древесины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журнал "ЛЕСПРОМИНФОРМ" №4(78) 2011
2. <http://www.ideibiznesa.org/proizvodstvo-kleenogo-brusa.html>
3. Журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века», № 12 с 42-44
4. <http://www.gwd.ru>

Студенты 2 курса 19 группы ИГЭС Каркашин А.А., Данилов И.В.;
Стунент 2 курса 18 группы ИГЭС Алиевский Н.А.
Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. Е.В. Ткач

СВОЙСТВА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Люди всегда стремились жить в покое и комфорте. Первостепенно было важно и есть оградить свой дом от холода и шума. На протяжении веков люди искали защиту от летнего зноя и зимних морозов. С начала двадцатого века строители в качестве изоляции начали использовать утеплитель на основе минеральной ваты, что создавало комфортное условие в помещении в течение всего года.

Минеральная вата – это волокнистый, рыхлый материал, состоящий из тонких волокон стекловидной структуры, который получают из расплавов горных пород, а также металлургических шлаков и их смесей [1-2]. Минеральная вата выпускается трех видов: стеклянная, каменная, шлаковая.

Они различаются между собой исходным сырьем для производства и несколькими важными параметрами, например, толщиной и длиной волокон, степенью сопротивляемости механическим нагрузкам и теплоизоляционными характеристиками.

Минеральная вата может быть разной структуры волокнистости: горизонтально-слоистой, вертикально-слоистой, гофрированной или пространственной, что расширяет возможности её применения в тех или иных конструкциях [3-4].

Минеральная вата обладает следующими положительными свойствами:

- Огнестойкость. Особые свойства силикатных расплавов горных пород определяют негорючесть минеральной ваты. Поэтому минераловатные плиты сохраняют свои свойства даже при воздействии высоких температур.
- Биологическая и химическая стойкость к различным агрессивным веществам, невосприимчивостью к грибкам и воздействию грызунов.
- Низкий уровень термической и естественной усадки (габаритные характеристики материалов из минеральной ваты остаются неизменными в течение всего периода эксплуатации).
- Не гигроскопичность. Уровень водопоглощения составляет около 0,5%, что значительно ниже, чем у других материалов.
- Паропроницаемость. Важное свойство, определяющее микроклимат в помещении и регулирующее уровень влажности.

- Низкая теплопроводность. Этот материал отличается высоким термическим сопротивлением, что положительно сказывается на технико-экономических показателях зданий и сооружения.

- Высокая звукоизоляция.

- Высокая прочность и коррозионная устойчивость. Качественная минвата является химически неактивной средой и не вызывает коррозию соприкасающихся с ней металлов. Чем больше вертикальных волокон в материале, тем выше его прочность.

- Легкость монтажа. Любую минеральную вату легко резать для придания нужной формы.

Отрицательные свойства:

- Минеральная хрупка, и при ее укладке образуется много пыли, поэтому вату гранулируют, т.е превращают в рыхлые комочки – гранулы.

- Стекловолоконная вата имеет повышенную ломкость волокон. Вдыхание воздуха с обломками волокон стекловаты может привести к серьезным последствиям.

- Использование связующего материала на основе формальдегида. Это может привести к выделению фенола, но только при нагреве более, чем 700 °С.

Применение минеральной ваты:

- Минеральную вату используют для теплоизоляции нефте-, газо-, трубопроводов, на электростанциях, а так же трубопроводов тепловых сетей [5-6].

- Для тепло- и звукоизоляции кровель плоского типа.

- Теплоизоляция потолков, полов, перегородок.

- Утеплитель бетонных и трехслойных панелей.

- Для ненагруженной изоляции горизонтальных, вертикальных и наклонных ограждающих конструкций.

- Теплоизоляция в холодильных установках.

- Из минеральной ваты изготавливаются противопожарные барьеры.

После исследования всех свойств, плюсов и минусов можно сказать, что минеральная вата не вредит здоровью человека в серьезной мере. Да, она может пылить во время монтажа, и даже может стать «домом для плесени».

Но все это бывает только в крайнем случае. В обычных же условиях она совершенно безвредна. Содержание химических веществ в материале слишком низкое, чтобы как-то влиять на окружающую обстановку, гидрофобность не дает случайным событиям способствовать накопле-

нию влаги, а негорючесть играет свою, не менее важную роль. Отметим, однако, что все это касается только фирменной продукции.

При покупке изоляции в первую очередь стоит обратить внимание на производителя — пусть это будет известная марка. Если появится возможность приобрести минвату немецкого производителя — сделайте это, ведь органы сертификации Германии считаются наиболее придирчивыми к этой продукции, если сравнивать со всеми прочими странами Евросоюза.

Определитесь с плотностью минеральной ваты — чем она выше, тем дороже сама минвата. Зависимость цены от плотности связана с большим числом волокон в более плотной минеральной вате, соответственно, с большим расходом материала при производстве.

Не соблазняйтесь низкой стоимостью стекловаты и шлаковаты, ведь их тепло- и звукоизоляционные характеристики наиболее низки, да и выполнять монтаж будет не просто из-за колкости.

Выясните, имеют ли волокна в данной минеральной вате вертикальное ориентирование или их расположение хаотично — во втором случае тепло- и звукоизоляционные свойства будут выше, а в первом — выше стойкость к динамическим нагрузкам.

В зависимости от приобретаемого вида минеральной ваты, она должна соответствовать ГОСТу. Вот некоторые из них: для плит из минваты — ГОСТ 9573-2012 ; для матов прошивных — ГОСТ 21880-2011; для плит повышенной жесткости — ГОСТ 22950-95.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теплоизоляция. Материалы, конструкции, технологии: Справочное пособие / Гл. ред. *С.М.Кочергин*. – М.: Стройинформ, 2008. 440 с.
2. *Рахимов Р.З.*. Современные теплоизоляционные материалы. Казань, 2006. 392 с.
3. Техническая документация реконструкции фасада ЦИСО Смоленская АЭС. 59 с.
4. *Горлов Ю.П., Меркин А.П. Устенко А.А.* Технология теплоизоляционных материалов, 1980. 401 с.
5. *Ляпидевская О.Б., Безуглова Е.А., Самотесова Н.В.* Новый гидроизоляционный материал на минеральной основе для защиты подземных сооружений от воздействия агрессивной среды // Вестник МГСУ. 2011. № 1-1. С. 126–130.
6. *Румянцев Б.М., Жуков А.Д.* Строительные системы. Ч.2. Наружные системы облицовки и изоляции: учебное пособие. – Москва: МГСУ, 2014. 430 с.

СВОЙСТВА ШЛАКОСИЛИКАТНОГО ПЕНОБЕТОНА

Развитие строительного комплекса и возросшие требования к энергосбережению обозначили вопрос обеспечения его эффективными и недорогими строительными материалами. К одним из самых перспективных относятся ячеистые бетоны неавтоклавного твердения - теплоизоляционные плотностью $150-250 \text{ кг/м}^3$, прочностью до $0,3 \text{ МПа}$ и конструктивно-теплоизоляционные - плотностью до 600 кг/м^3 , прочностью до $5,0 \text{ МПа}$, обладающие низким коэффициентом теплопроводности. Ячеистые бетоны пониженной плотности с высокими строительно-техническими (СТС) и теплозащитными свойствами обладают большими потенциальными возможностями для ресурсо- и энергосбережения в строительстве [1,2]. Развитие теоретических и технологических основ создания эко-логически чистых и долговечных термостойких материалов с низкими теплопроводностью и себестоимостью, в том числе шлакосиликатного пенобетона, связано с тем, что применяемые жаростойкие плотные материалы в виде шамотного кирпича или тяжелого бетона, приготавливаемого с использованием глиноземистого цемента, фосфатного связующего и др., отличаются высокими себестоимостью (2...4 тыс.руб за 1 м^3 и более) и коэффициентом теплопроводности ($0,8...1,4 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$). Термостойкие ограждающие конструкции, изготовленные из таких видов материалов являются массивными, дорогостоящими и в большинстве случаев требуют устройства массивных фундаментов. Другим видом термостойких материалов, применяемых для теплоизоляции тепловых установок, являются материалы, изготавливаемые с использованием огнеупорных волокон (каолиновых, углеродистых и др.). Такие материалы, как показывает отечественный и зарубежный опыт характеризуются высокой огнестойкостью (температура эксплуатации до 1200°C), низкой плотностью ($150...250 \text{ кг/м}^3$) и коэффициентом теплопроводности $0,08...0,1 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$. Использование этих материалов в качестве ограждающих конструкций позволяет почти на порядок уменьшить толщину стен, упростить фундаменты и значительно расширить технологические возможности тепловых установок за счет резкого сокращения продолжительности их “разогрева-охлаждения”. Однако долговечность таких материалов в большинстве случаев составляет не более 10 лет, а их себестоимость находится на уровне 5...6 тыс.руб за 1 м^3 . Поэтому разработка и внедрение ограждающих пеношлакобетонов эквивалентной плотности с использованием в

качестве затворителя низко модульного жидкого стекла с себестоимостью до 0,5 тыс.руб за 1 м³ является перспективным направлением.

Пеношлакобетон удовлетворяет требованиям ГОСТ 25485-89 по отпускной влажности, прочности, морозостойкости и теплопроводности. В результате экспериментов было выявлено, что коэффициент теплопроводности шлакосиликатного пенобетона на 10-20 % ниже коэффициента теплопроводности ячеистых бетонов на портландцементе. Водостойкость такого вида пенобетона проверялась на образцах марок по средней плотности D 500 и D 350, которые в течение шести месяцев хранились в воде, а часть в камере нормального твердения. Прочность бетона после хранения в камере нормального твердения и воде составила соответственно для марки бетона по плотности D 500 - 3,61 и 3,51 МПа, для D350 - 1,12 и 1,04 МПа. Таким образом, коэффициент размягчения составляет для бетона марки D 500 - 97,5, D 350 - 92,8%. Усадка пеношлакобетона марок по плотности D 500, D 350 и D 250 определялась по ГОСТ 25485-89 на призмах размером 5x5x20 см. Установлено, что деформации усадки исследованных составов для бетонов марок по средней плотности D 500, D 350 и D 250 соответственно составляет 3; 3,9 и 5,3 мм/м, т.е. удовлетворяет требованиям ГОСТ 25485-89.

Испытания термостойкого шлакосиликатного пенобетона марок по средней плотности D200...D450 показали, что температура применения его до 1200 °С, а также он характеризуется высокими СТС. При средней плотности D350 имеет прочность на сжатие - 1,39 МПа, коэффициент теплопроводности при 20°С - 0,09 Вт/м.°С, марку по морозостойкости F25, огневую усадку при температуре 1150 °С - 3,6%, остаточную прочность - 115-214%, коэффициент теплопроводности при температуре 120...821 °С - 0,122...0,46 Вт/(м °С); относится к классу К0 (45) по пожарной опасности. На водопоглощение, сорбционную влажность, морозостойкость и др. свойства значимое влияние оказывают также поры цементного камня. Наиболее значимое влияние поры геля оказывают на теплопроводность пенобетона ввиду их большого объема, практически заполненного водой. Ячеистые пенобетоны, характеризующиеся высоким содержанием макрокапиллярных пор ввиду их повышенного водосодержания (жидкая фаза используется для приготовления раствора - пены), имеют низкую морозостойкость, большую проницаемость, плохо сопротивляются химической коррозии. При этом легко отдают влагу, обеспечивая низкую равновесную влажность (5-6 %) в процессе эксплуатации и соответственно низкую теплопроводность. При этом значительно увеличиваются деформации усадки пенобетона. Таким образом, строительные-технические свойства пенобетона значимо зависят не только от качества пены, но и от собственной поровой структуры цементного камня, поэтому при приготовлении пенобетона необходимо применять

пенообразователи, требующие минимального количества воды для приготовления пены, а в составе раствора целесообразно использовать суперпластификаторы для редуцирования водосодержания.

Существенным недостатком ячеистых бетонов и особенно неавтоклавного твердения с использованием шлакощелочных вяжущих является их низкая трещиностойкость, для повышения которой применяются минеральные модификаторы (тонкодисперсный кварцевый песок, зола ТЭС и т.д.) и другие технологические приемы (использование волокон, поверхностного армирования стеклосеткой и др.).

Известно, что минеральные модификаторы необходимо использовать с оптимальными параметрами (дисперсностью и содержанием), при которых их тонкодисперсные частицы распределяются в основном в межзерновых пустотах частиц вяжущего вещества. При этом реализуется плотная однородная упаковка матрицы многокомпонентной цементной системы за счет распределения тонкодисперсных частиц в межзерновых пустотах более грубо-дисперсных, а при ее твердении происходит более активное взаимодействие частиц алюмосиликатной составляющей минеральных модификаторов с гидроксидом кальция, образующимся при гидратации минералов клинкера, с образованием высокопрочных низкоосновных и тонкодисперсных гидросиликатов кальция в виде полимеров. Повышенная плотность цементного камня с минеральными пластификаторами обуславливает высокую прочность, а также улучшает его деформативные и другие эксплуатационные характеристики. Для повышения качества шлакосиликатного пенобетона целесообразно использовать микрокремнезем, который обеспечивает повышение прочности на 5...6% и улучшение реологических характеристик пенобетонной смеси [2, 3]. Выполненные теоретические и экспериментальные исследования показали, что использование в составе шлакощелочного ячеистого бетона тонкодисперсных минеральных модификаторов с оптимальными параметрами (дисперсностью и содержанием) обеспечивает высокие строительно-технические свойства при литьевой технологии производства и неавтоклавном твердении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белякова Ж.С., Величко Е.Г., Комар А.Г.* Экологические, материаловедческие и технологические аспекты применения зол ТЭС в бетоне // *Строительные материалы*, 2001, № 3, С. 46-48.
2. *Величко Е.Г.* Строение и основные свойства строительных материалов. –М.:2014. -496 с.
3. *Цховребов Э.С., Величко Е.Г.* Вопросы охраны окружающей среды и здоровья человека в процессе обращения строительных материалов // *Строительные материалы*, 2014, №5. С.93-103.

ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН, АРМИРОВАННЫЙ ВОЛОКНОМ

Искусственные каменные материалы, не смотря на ряд неоспоримых достоинств, характеризуются низким сопротивлением на разрыв, низкой ударной прочностью, и образованием усадочных трещин при твердении. Все это уменьшает срок долговечности изделий из таких бетонов [1, 2]. Эти вопросы решаются вторичным армированием, которое в перекрытиях осуществляется с использованием металлической сетки, а в конструкционном бетоне – стальной арматурой. Технология армирования проста и может быть использована при изготовлении конструкций из ячеистого бетона.

Ячеистый бетон сам по себе является композитным материалом, состоящим из цемента и песка. Иногда вместо песка используют золунос или другие измельченные материалы. Армирование может быть двух видов:

- вторичным: стальной арматурой (сетки, каркасы, стержни, проволока), или прядями из базальтовых, стеклянных, полипропиленовых волокон;

- дисперсным – фиброй стальной, полипропиленовой, на основе стекловаты, каменной ваты или базальтового волокна

Традиционным способом армирования, в том числе и для ячеистых бетонов, является применение металлической арматуры [3]. Армированные плиты перекрытий и покрытий по технологии немецкой фирмы НЕВЕЛ из автоклавного ячеистого газобетона начали производить на ОАО «Липецкий завод изделий домостроения» (ЛЗИД) в 1998 году. В 1999 г. по той же технологии в Республике Беларусь в пос. Чисть на заводе строительных конструкций ОАО «Забудова», запустили аналогичную линию по выпуску изделий из ячеистого бетона. Плиты перекрытий применяются для монтажа несущих конструкций горизонтальных перекрытий любого типа в зданиях жилого, коммерческого и промышленного назначения.

Армирование ячеистого бетона не металлическими материалами может осуществляться на 2-х уровнях: в составе бетонной смеси и по аналогии с традиционным армированием.

Композитную арматуру обычно изготавливают из стекловолоконистых или полимерных материалов в различных сочетаниях. Композитная арматура обладает отличной стойкостью к коррозии и электромагнитной прозрачностью. Существенным недостатком является высокой стоимостью. В последнее время, для армирования ячеистого бетона,

применяться волокна на основе полипропилена, полиамида, базальтовое, металлическое и стеклянное волокно.

В настоящее время сдерживающими факторами армирования, железобетонных и других изделий различными волокнами (металлическими, полимерными, стеклянными) являются низкая эффективность синтетических волокон при высокой стоимости, дефицит металлической фибры, слабая химическая стойкость стеклянного волокна в цементном тесте.

Стекловолоконная фибра и полипропиленовая по своим характеристикам существенно уступают базальтовой. К главным их недостаткам относятся: деформируемость даже при небольших нагрузках растяжения; быстрое старение, то есть утрата свойств с течением времени; подверженность горению при воздействии открытого пламени.

Все эти недостатки отсутствуют у базальтовой фибры [4, 5]. С появлением базальтового волокна исчезает недоверие к дисперсному армированию.



Рис. 1. Базальтовая фибра и образец из ячеистого бетона

Основные преимущества армирования бетона и пеноблоков базальтовой фиброй (рис. 1) заключены в том, что даже малое количество добавление этих волокон повышает, сопротивление конструкций изгибающим нагрузкам. Пеноблоки армированным волокном отличаются негорючестью, высокой стойкостью к вибрации и высокой сопротивляемостью к ударным нагрузкам. Как следствие, пеноблоки, армированные базальтовой фиброй снижают трудозатраты на проведение арматурных работ, общий вес строительных конструкций, сокращает сроки строительства.

Армированные ровингом или фиброй сооружения можно возводить на слабых грунтах и тем самым эффективно решать проблемы экономии сырьевых и энергетических ресурсов. Если учитывать все преиму-

щества, которые дает армированные ровингом пеноблоки и базальтовая фибра, то они направлены в уменьшении экономических затрат на строительство объектов с обеспечением долговечности и надежности эксплуатации.

Опыт использования базальтовой фибры компаниями в России и Казахстане показал, что применять ее для пенобетона можно любым из способов:

- фибра засыпается малыми порциями в бетон непосредственно в миксер при замесе.

- фибра добавляется в бетоносмеситель (миксер) в сухую смесь до добавления воды. Для лучшего распределения волокон следует засыпать фибру частями в заполнитель во время перемешивания;

С использованием второго способа можно добиться более однородного распределения фибры в бетоне. Расход фибры на 1 м³ бетона (длинной 6 мм) составляет 0,5–1 кг.

При добавлении базальтового волокна в газобетонную смесь, волокна равномерно распределяются по всему объему смеси и стабилизируют процесс ее поризации, улучшается устойчивость процесса поризации, увеличивается прочность газобетона неавтоклавного твердения, не возникают усадочные трещины и трещины напряжения отсутствуют даже незначительной усадки, как при схватывании смеси, так и во время всего периода твердения, улучшается равномерность пористой структуры.

Дисперсное армирование ячеистого бетона базальтовой фиброй перспективно по ряду позиций: повышается значительно прочность при изгибе, а так же снижается усадка изделий при изготовлении и на ранних стадиях эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков А.Д., Рудницкая В.А. Пенобетон армированный базальтовой фиброй // Вестник МГСУ. 2012. № 6. С. 83–87
2. Жуков А.Д., Румянцев Б.М., Чукин А.С., Аристов Д.И. Оптимизация ячеистых структур // Научное обозрение. 2015. №13. С. 128–131
3. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Химич А.О. Неавтоклавный малоусадочный ячеистый бетон для монолитных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 3. С.21–23
4. Жуков А.Д., Рудницкая В.А., Смирнова Т.В. Армирующие волокна в технологии бетонов // Вестник МГСУ. 2012. №4. С.160–164
5. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., Naumova N.V., Chkunin A.S. Composite wall materials // «Italian Science Review». Issue 2 (11); February 2014. P. 155–157

СВЕТОПРОВОДЯЩИЙ БЕТОН

В настоящее время строительная сфера переживает технологический подъем, а значит, требуются новые материалы, которые соответствуют конструктивным решениям и имеют необычный дизайн. Примером такого материала служит светопроводящий бетон, который представляет собой мелкозернистую бетонную смесь с добавлением прозрачного компаунда.

Для современного человека важны не только надежность, долговечность, прочность здания, но и декоративное искусство, поэтому перед архитекторами стоит задача создать уникальное, особенное сооружение, которое будет удовлетворять не только техническим требованиям, но и иметь красивый, необычный вид.

Молодой венгерский архитектор Арон Лосконши решил поэкспериментировать с бетонным составом, добавив в бетонную смесь оптическое волокно. Таким образом, появился новый и современный материал, который называется «Litrason» (бетон, пропускающий свет) [8].

Вскоре после этого, светопрозрачные бетоны прочно вошли в область строительства. Их ассортимент значительно расширился за счёт применения различных полимерных светопроводящих материалов. Были созданы материалы на основе полиэфирных и эпоксидных смол, в которых качество совместной работы составляющих позволяет обеспечивать хорошие светопроводящие и декоративные характеристики. Светопрозрачные бетонные материалы были разработаны также и в нашей стране, в том числе и в НИУ МГСУ.

Процесс изготовления светопрозрачного бетона представляет собой послойное наложение стекловолоконных нитей и мелкозернистой бетонной смеси. После набора прочности прозрачный бетон проходит обработку: шлифование и полировку поверхности. Благодаря этому поверхность бетона становится гладкой, ровной, блестящей, и улучшаются светопроводящие свойства [5].

Но этот бетон с добавлением оптического волокна выглядит скучно и однообразно. Процесс производства не позволяет создать какой-либо дополнительный узор или рисунок. Более того, светопроводящий бетон подходит лишь для заполнения проемов фасада здания, возведения декоративных перегородок, устройства барных стоек и рекламных блоков, сооружения вывесок с названием компании, другими словами, из него нельзя сделать несущую конструкцию.

Существует потребность в бетоне, обладающим высокой прочностью, но при этом с хорошими декоративными качествами, выразительностью поверхности и достаточной светопроводимостью.

Для создания такого бетона предлагается использовать вместо стекловолоконных нитей светопрозрачные компаунды, такие, как прозрачная эпоксидная смола, акриловая смола или полиэфирная смола.

Эпоксидная смола широко применяется в строительстве, в частности, используется в качестве пропиточного состава для стеклонити и стеклоткани, а так же гидроизоляции [3].

Её преимуществами являются устойчивость к воздействию абразивных веществ и истиранию, после отверждения эпоксидная смола характеризуется минимальной влагопроницаемостью, высокой прочностью относительно других смол и минимальной усадкой в процессе и после отверждения [7].

Характерной особенностью полиэфирных смол являются отсутствие выраженного изменения вязкости и быстрое отверждение. Но у этой смолы есть существенные недостатки – невысокая прочность отвержденного полимера.

Более того, поверхность смолы, которая контактирует с воздухом при отверждении, может оставаться липкой на протяжении долгого времени [7].

К преимуществам акриловой смолы можно отнести то, что изделия из неё обладают высокой износостойкостью, за счет устойчивости материала к ультрафиолетовому излучению изделия из этого сырья всегда сохраняют первозданный цвет.

К недостаткам можно отнести низкую прочность и наличие механической хрупкости [6].

По нашему мнению, по экономическим и прочностным характеристикам лучшим вариантом для светопрозрачного бетона будет являться эпоксидная смола.

Принятый к исследованию светопрозрачный бетон представляет собой композитный материал, функцию матрицы в котором выполняет мелкозернистый бетон, светопроводящим элементом является прозрачный компаунд.

В качестве компонентов бетонной смеси применяются хорошо отмытый речной песок средней крупности, портландцемент М400 и прозрачная эпоксидная смола.

По результатам подбора состава бетонной смеси для получения матрицы светопрозрачного бетона были выбраны композиции, содержащие 400-470 кг портландцемента, 1400-1600 кг песка и 250-300 л воды на 1 м³. Соотношение бетонной смеси и компаунда в готовом композите составило 1:1 [1, 2, 4].

Основной проблемой создания светопрозрачных бетонов, по нашему мнению, являются низкие связность и совместная работа слоев компаунда и бетонной смеси.

В дальнейшей научной работе планируется экспериментально проверить и оптимизировать подобранные составы бетонной смеси, определить прочностные характеристики светопрозрачного бетона и технологические факторы совместной работы бетонной смеси и эпоксидной смолы.

После завершения базовой экспериментальной части планируется исследование декоративных характеристик компаунда при введении пигментов в бетонную смесь и полимерный компаунд, а так же введению декоративных заполнителей и наполнителей. Возможно также применение белых цементов вместо традиционных.

Исследования адгезионных свойств между слоями бетона и эпоксидной смолы и влияния пигментов различной природы на декоративные свойства бетона могут позволить получить светопрозрачные материалы, обладающие высокой декоративностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Микульский В.Г.* и др. «Строительные материалы». Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва 2007 год.
2. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. Издательство АСВ, 2002 год.
3. <http://strport.ru/mebel-i-predmety-interera/epoksidnaya-smolakharakteristika-i-sfera-primeneniya> (применение эпоксидной смолы)
4. *Кравцов А.И.* «Методические указания к лабораторной работе по курсу: Технология бетона строительных изделий и конструкций»
5. <http://masterabetona.ru/vidy/527-prozrachnyj-beton> (технология изготовления)
6. <http://crystalgoods.ru/shop/izgotovlenie-suvenirnih-izdeliy-iz-acrilovoy-smoli/> (преимущества и недостатки акриловой смолы)
7. <http://ru-smola.com/lib8.html> (преимущества и недостатки эпоксидной и полиэфирной смол)
8. <http://www.probeton.su/info/beton/prozrachnyj-svetoprovodyaschij-beton/> (архитектор Арон Лосконши)

Студент 2 курса 19 группы ИГЭС Малахов С.С.;

Студентки 2 курса 14 группы ИГЭС Онищенко Э.В., Агеева А.А.

Научный руководитель – проф., д-р. тех. наук, проф. Е.В. Ткач

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА

Современное гражданское и промышленное строительство не стоит на месте, предлагая нам всё новые решения для обеспечения экономичности и безопасности при возведении объектов, а также для создания комфортных условий эксплуатации. В наше время активно используется вермикулит, характеристики которого в сочетании с технологией дают первоклассный результат, гарантируя тепло- и звукоизоляцию [1, 2].

Вермикулит - теплоизоляционный материал, состоящий из зерен золотого и серебряного цвета. Он получается измельчением внутри молотковой дробилки, далее подвергаясь обжигу в коротких вращающихся или шахтных печах при температуре около 1000 °С в течение 180...300 секунд. Вспучивание вермикулита происходит из-за интенсивного испарения воды из частиц, вследствие чего крупницы расщепляются на тонкие чешуйки, иногда между ними сохраняется сцепление. Частицы увеличиваются в объеме в 15...20 раз по сравнению с исходным материалом. Плотность вермикулита от 100 до 300 кг/м³, теплопроводность составляет 0,06...0,09 Вт/(м·°С). За счет упругости зерен вермикулит не поддается оседанию в насыпных конструкциях.

Вермикулит используют при изготовлении огнезащитных плит, в качестве насыпного утеплителя, звукопоглощающего материала, как наполнитель легких бетонов и теплогидроизоляционных мастик, а также в производстве теплостойких стеновых панелей [2, 3].

Рассмотрим вспученный вермикулит. Проблемой данного материала является высокая гигроскопичность, впитывая достаточное количество воды, материал становится до 5 раз больше по массе, что приводит к критическим повреждениям здания, однако, изолируя его, мы можем использовать материал только с выгодной для нас стороны. Так например, высокая теплопроводность данного материала 0,05...0,07 Вт/(м·°С) (в зависимости от фракции и плотности трамбовки [табл.1]) и высокие данные по звукоизоляции, являются относительно высокими по сравнению с другими аналогами [рис.1], что открывает данному материалу большие перспективы в плане разносторонности его использования.

Таблица 2.

Зависимость свойств теплопроводности от величины фракции и плотности

Фракции, мм	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м·°С)
0,5	130	0,062
1	120	0,059
2	110	0,057
4	95	0,054
8	65	0,052

Ещё одним вариантом использования данного материала являются керамовермикулитовые плиты, которые употребляют для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений, нагреваемых поверхностей, печных и других различных тепловых устройств, приборов. КВП производится величиной 500x500x125 мм, плотность плиток - 350 кг/м³, теплопроводность достигает $8 \cdot 10^{-2}$ Вт/(м·°С). Во время их изготовления сначала смешивается вспученный вермикулит и шликер, который получают при смешивании огнеупорной глины с водой. Формовочная масса переводится на ленточный пресс, далее сформированная продукция высушивается и обжигается.

Не смотря на достаточно долгое использование вермикулита и продукции на его основе, он по-прежнему остается востребованным на рынке, благодаря высокой огнестойкости и теплопроводности.

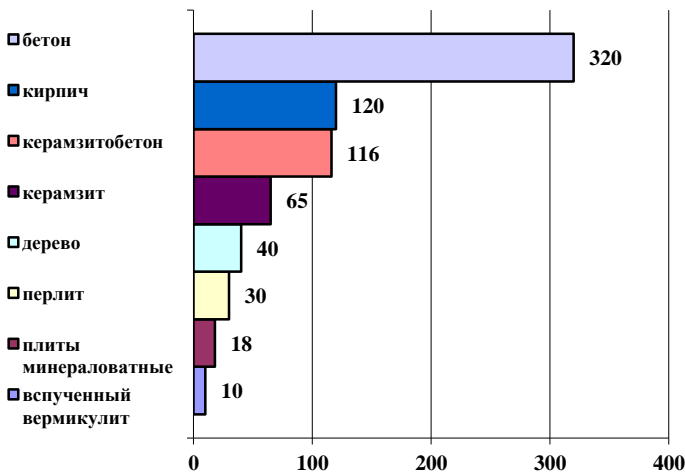


Рис.4 Сравнение теплопроводности вермикулита с другими строительными материалами (см)

Показатели для разных марок керамовермикулитовых изделий

Марка изделия	Теплопроводность, Вт/(м·°С), не более, при средней температуре:		Прочность при сжатии, МПа, не менее
	20 °С	500 °С	
400	0,087	0,146	0,6
500	0,105	0,152	0,8
600	0,120	0,178	1,0
800	0,160	0,230	2,0
1000	0,250	0,350	2,5

Научное исследование направленно на изучение свойств вермикулита, как утеплителя. Вермикулит необходим для тепловой изоляции и используется в основном в ограждающих конструкциях (из трех слоев), состоящих из кирпича, железобетона и прочих материалов, применяющихся во время строительства. Засыпается утеплитель после укладки трех или пяти рядов кирпича, а затем уплотняется на 10...15 %. Уплотнение исключает осадку утеплителя во время эксплуатации здания после постройки. Слой вермикулита доводят до плотности 120...175 кг/м³. Это соответствует рекомендуемой для трехслойных стен плотности базальтовых плит. В ходе исследования нам удалось выяснить, что вермикулит является одним из самых дешевых и экологически безопасных, надежных утеплителей. Это говорит о том, что вермикулит имеет тенденцию к развитию, так как обладает уникальными свойствами для утеплителя, например высокая звукоизоляции. Данный вид утеплителя необходимо продолжать исследовать, а соответственно данная работа несет за собой не только теоретическую, но и практическую значимость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Китайцев В.А.* Технология теплоизоляционных материалов. Учебник для вузов. – Москва: Издательство литературы по строительству, 1975. – 384 с.
2. *Румянцев Б.М.* Строительные системы. Часть 1. Системы внутренней отделки [Электронный ресурс]: учебное пособие / Румянцев Б.М., Жуков А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 284 с
3. *Ляпидевская О.Б.* Современные фасадные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ляпидевская О.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 56 с.

АРХИТЕКТУРНЫЙ БЕТОН

Как строительный материал, широкое распространение бетон получил благодаря низкой стоимости и эксплуатационным свойствам. Первое появление его датируется VI веком до нашей эры, и хотя с падением Римской Империи способы получения бетона были утрачены и вновь восстановлены лишь спустя тысячелетие, строительство без его применения сейчас немислимо.

Архитектурный бетон (декоративный), также используемый на протяжении 100 лет, легко заменяет гипс, натуральный камень, шамот.

Архбетон изготавливается на основе серого или белого портландцемента с добавлением пигмента, модификаторов и пластификаторов [1]. В роли наполнителя: щебень, гранитная и мраморная крошка, цветной песок, стеклянная и кварцевая крошка, ракушки, другие виды декоративных включений. Его отформовывают методом виброформования или литья в специальной формообразующей оснастке. Благодаря особенностям состава и технологии производства изделиям из архитектурного бетона можно придать любой цвет и форму, а также имитировать любой натуральный материал: натуральный камень и дерево, кирпич и керамику, гипс и прочие.

Технические характеристики архитектурного бетона очень высоки:

- архбетон устойчив к температурам от -50 до $+80$ °С
- стоек к механическим воздействиям, истиранию, давлению, ударам
- его морозостойкость более 100 циклов
- не выцветает, т. к. пигмент устойчив к ультрафиолетовому излучению и заполняет весь объем материала
- Не скользкий и легко моется

Все эти свойства архитектурного бетона обеспечивают долговечность тротуарного покрытия, возводимого здания или малых архитектурных форм.

Вместо скучного серого бетона можно получить 20 стандартных цветов: различные оттенки серого, бежевого, лилового, а также зеленый, розовый и голубой при использовании цвето-кондиционных примесей. Пигмент поглощает все цвета спектра, кроме того, который он отражает. Именно он и определяет окончательный цвет бетона на поверхности и внутри, хотя на него влияют другие компоненты бетонной смеси. Количество добавляемого пигмента варьируется в зависимости от его типа и количества цемента [2, 3].

Синтетические пигменты лучше натуральных, так как имеют более интенсивный, стойкий и равномерный цвет за счет частиц одинакового размера. Но даже синтетические пигменты неустойчивы и со временем меняют свой цвет. Интенсивность цвета зависит от метода введения пигмента в раствор. Чаще всего пигменты добавляют в раствор с водой. Другой способ – растирание на специальных станках цемента и пигмента вместе. Его преимущество – требуется половина концентрации пигмента, чем при добавлении его в раствор отдельно. Хотя этот способ еще не получил распространения вследствие высокой стоимости производства, его использование наиболее эффективно.

Используют архбетон в различных решениях архитектурных и общестроительных задач. Архитектурный бетон используют в строительстве и отделке торговых и коммерческих центров, центров конгресса, оперных и театральных зданий, музейных и выставочных залов, железнодорожных станций и станций метро, пешеходных подвесных переходов, телефонных вышек, мостов, религиозных зданий, стадионов и спортивных площадок, эстетических и декоративных зданий. На заказ также изготавливают облицовочную плитку, тротуарные плиты, элементы ограждений и балюстрад, а также малые ландшафтные формы. Одним из ярких примеров его использования являются сказочные творения Антонио Гауди в Барселоне в конце XIX – начале XX веков. Тривиальные кирпич и дерево не годились для сложных геометрических форм, но отлично подошел архитектурный бетон. В руках гения он воплотился в шедевры (рис. 1).



Рис. 1. Жилой дом. Барселона (архитектор А. Гауди)

Бетон архитектурный поставляется в виде готовой смеси, что дает возможность значительно сократить сроки поставки и расходы на транспорт.

Одним из вариантов архитектурного бетона являются полимерные бетоны [4], которые используют как в качестве стеновых облицовочных материалов, так и при создании скульптур или малых архитектурных форм (рис. 2).

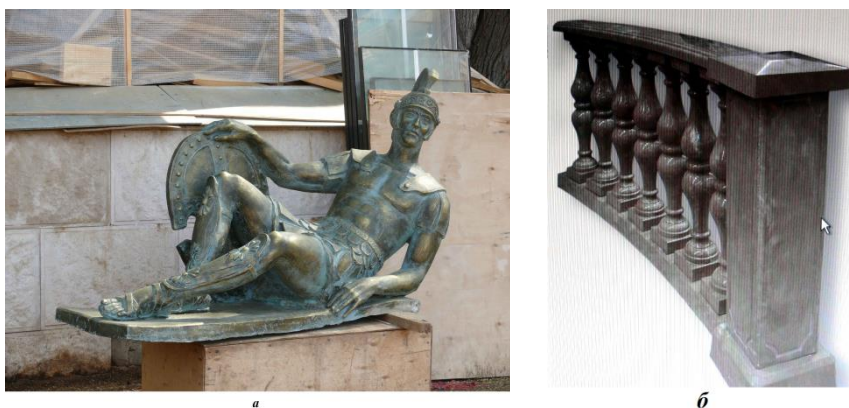


Рис. 2. Имитации природного камня: а – с использованием полимеров; б – вибролитой бетон

В современном строительстве архитектурный бетон набирает все большую популярность, позволяет расширить идейные замыслы дизайнеров и архитекторов, а так же создавать строительные системы по своим прочностным характеристикам и долговечности эквивалентные конструкциям из природного камня

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Жукова Е.А. Системы фасадной отделки с утеплением. Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 279–283
2. Баженова О.Ю., Баженова С.И. Особенности структуры декоративных бетонов // Успехи современной науки. 2016. № 6. С. 21-23
3. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., Naumova N.V., Chkunin A.S. Composite wall materials // «Italian Science Review». Issue 2 (11); February 2014. P. 155–157
3. Бурьянов А.Ф., Кривенко В.В., Жуков А.Д., Моисеенко К.С., Асаматдинов М.О. Имитации мрамора. Строительные материалы. 2016. № 4. С. 102–104
4. Бурьянов А.Ф., Кривенко В.В., Жуков А.Д. Природа декоративности мрамора. Научное обозрение. 2015. № 14. С. 73–76

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН

Такой строительный материал как бетон использовался ещё в древние времена. Около 4000 лет назад он уже применялся в Месопотамии. Да и сейчас вряд ли найдется много конструкций, где бетон не используется.

Можно выделить несколько причин популярности данного материала. Это относительная недороговизна его производства и, конечно, высокая прочность [1-3].

Бетон со временем твердеет, но как и другие материалы разрушается под действием внешних факторов. В нём появляются трещины (что является нежелательным). В эти трещины попадает влага, она может проникнуть внутрь помещения (случается протечка).

При замерзании в этих повреждениях, щелях вода расширяется, и соответственно бетон разрушается. Чаще всего бетон используется вместе со стальной арматурой. И если к ней попадает вода, то железо окисляется, происходит ржавление этих конструкций - они разрушаются, и вся эта система теряет прочность.

Так что же делать? Как оказалось в состав бетонной смеси можно добавить специальные бактерии, которые будут “залечивать” повреждения. Такое решение предложил учёный Хенк Йонкерс из голландского технического университета в Делфте. Для разработки прототипа бетона ему потребовалось три года.

Суть метода заключается в том, что бактерии, добавленные в бетон, в процессе своей жизнедеятельности будут вырабатывать известняк, являющийся естественным цементом, который в свою очередь будет заделывать отверстия в конструкции [4-5].

Почему именно известняк? Известняк – одна из самых распространённых осадочных пород. А кальцит (CaCO_3), из которого состоит известняк, – самый распространённый биоминерал. То есть такой минерал, кристаллизация которого происходит при непосредственном участии живых организмов.

В нашем случае наиболее удобно, чтобы его производили микроорганизмы – бактерии. Кальцит имеет твёрдость 3 по шкале Мооса. Карбонат кальция медленно растворяется в воде.

Но также возникают вопросы: Какие бактерии добавлять? Чем они будут питаться? Как будут выживать в данных условиях?

Бетон – материал очень сухой, а так же среда с высокой щёлочностью. Поэтому нужно выбрать бактерию, которая перенесёт эти усло-

вия. В связи с этим используется палочковидная бактерия *Sporosarcina pasteurii*.

В природе они обитают в камнях в непосредственной близости к щелочным озёрам и вулканам. Значит их новое “место жительства” будет похоже на прежнее (по некоторым характеристикам). Диаметр клетки бактерии составляет от 0.5 до 1.2 мкм в ширину и от 1.3 до 4.0 микрон в длину. Данный вид подвижен- эти бактерии могут двигаться независимо друг от друга. Они являются гетеротрофами. То есть для синтеза веществ им необходимы органические вещества извне.

Оптимальная температура для роста 30 °С. В процессе биоминерализации играет важную роль фермент уреазы, вырабатываемый бактерией. *Sporosarcina pasteurii* может находиться в состоянии покоя до 200 лет (её споры также могут обходиться без еды и воздуха в течение длительного времени).

Для выработки кальцита бактериям нужны питательные вещества. Изначально учёные рассматривали возможность использования сахара, но от такой добавки могла уменьшиться прочность бетона. Было решено выбрать в качестве корма для бактерий лактат кальция.

Лактат кальция или кальций молочнокислый – это кальциевая соль молочной кислоты. Порошок без запаха белого цвета. Применяется в пищевой промышленности. Хорошо растворим в тёплой воде. Химическая формула $2(C_3H_5O_3) \cdot Ca$.

В процессе своей жизнедеятельности бактерия будет соединять ионы кальция из питательного вещества вместе с карбонат-ионами. В результате образуется нужный нам известняк.

Остался вопрос по поводу того, как поместить всё это в бетонную смесь. *Sporosarcina pasteurii*, азот, фосфор и питательное вещество помещают в специальные капсулы из биоразлагаемого пластика. Эти капсулы называются исцеляющим агентом. Они добавляются в обычную бетонную смесь.

Когда в конструкции возникают трещины, в них просачивается воздух и вода. Жидкость открывает капсулы и пробуждает бактерии. Они питаются, размножаются и выделяют известняк.

Следует отметить, что трещины герметизируются, если их ширина не превышает 0.8 мм, а глубина может быть любой.

Существует также жидкость на основе этих же бактерий, которой можно обработать трещины в уже готовых постройках.

Ремонт бетонных конструкций является дорогостоящим, поэтому новая технология может стать хорошей альтернативой. Например, в Европе ежегодно на техническое обслуживание мостов, тоннелей и земляных подпорных стен тратится около 6 млрд. евро.

Пока себестоимость производства самовосстанавливающегося бетона примерно в 2 раза превышает себестоимость производства обычного. Но если ученые смогут найти более дешёвый материал (если заменят лактат кальция каким-нибудь другим веществом), то новый бетон станет более доступным.

Несомненно, новая разработка – это соединение природы и искусственного материала в одном целом. Бактерии могут быть достаточно капризными. В дальнейшем можно использовать в качестве живых существ плесень. Ведь эти грибы очень неприхотливы и могут найти пищу, где, казалось бы её совсем нет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самовосстанавливающийся бетон, содержащий бактерии. [<https://science.dirty.ru/samovosstanavlivaishchiisia-beton-soderzhashchii-bakterii-740617/>].

2. *Sporosarcina pasteurii* [https://en.wikipedia.org/wiki/Sporosarcina_pasteurii].

3. *Ткач Е.В., Семенов В.С., Ткач С.А.* Высокоэффективные модифицированные гидрофобизированные бетоны с улучшенными физико-техническими свойствами // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийск. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону, Москва, 12-16 мая 2014 г.: в 7 т. Т. 5. С. 113–123.

4. *Semenov V.S., Rozovskaya T.A., Oreshkin D.V.* Properties of the dry masonry mixtures with hollow ceramics microspheres//Advanced Materials Research. 2014. Vol. 860-863. Pp. 1244–1247.

5. *Ляпидевская О.Б., Фрайнт М.А.* Фотокаталитический бетон для дорожного строительства // Вестник МГСУ. 2014. № 2 . С. 125–130.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ФУНДАМЕНТОВ. БЕЛАЯ ВАННА

В современной практике гидрозащиты подземных сооружений (парковки, подвалы жилых зданий, подземные этажи торговых центров, очистные сооружения, бассейны, тоннели и т.п.) остро стоит вопрос о надежности гидроизоляции всего контура строения, включая многочисленные сложные узлы – деформационные и рабочие швы бетонирования, узлы вводов и сопряжений. Правильно выполненная надежная гидроизоляция подземных сооружений довольно дорогое техническое решение.

Основной современный способ гидрозащиты подземных сооружений – внешняя или внутренняя гидроизоляция битумными, полимерными или цементными пенетрирующими материалами, не отличаются высокой надежностью. К этому добавляется низкая квалификация рабочих, монтирующих гидроизоляционную систему. Поэтому многие подземные сооружения в России, эксплуатируемые в условиях постоянного подпора грунтовыми водами, имеют серьезные проблемы с водонепроницаемостью уже спустя короткое время после сдачи в эксплуатацию.

Наличием обозначенных проблем обуславливается потребность разработки и внедрения новых, надёжных способов гидроизоляции фундаментов и подземных сооружений.

Наиболее эффективным и целесообразным в перспективе способом решения проблемы в противоположность гидроизоляции с использованием битумсодержащих материалов является вид гидроизоляции, основанный на применении лишь только бетона. Этот вид гидроизоляции получил название «Белая ванна». Сущность этого способа защиты фундаментов и подземных сооружений от влаги состоит в том, что бетон помимо своей несущей способности исполняет роль водонепроницаемого слоя, но не несет на себе функцию пароизоляции. Выяснилось, что при этом уменьшаются расходы по устройству и сроки возведения всей конструкции подземного сооружения. Технология была разработана в Германии в начале 1980-м году и уже более 35 лет повсеместно применяется в развитых странах.

Преимущества «белой ванны» перед применением внешней гидроизоляционной оболочки следующие:

- отсутствует негативное влияние окружающей среды (механические и химические нагрузки, абразивный износ и т. д.); нет опасности повреждения при обратной засыпке;
- нет проблем, которые возникают при повреждении внешней гидроизоляции;
- «белая ванна» не требует выполнения дополнительных работ, обязательных при устройстве внешней гидроизоляции – выравживание основания, защитные стяжки, устройство защитных и дренажных слоев и прочее;
- долговечность конструкции определяется по большей части долговечностью бетона, так как материалы для гидроизоляции швов монолитны в бетон и соответственно защищены им.

Известно, что глубина проникновения воды в бетон определяется свойствами цементного камня, и, в исключительном, капиллярной пористостью. Рассмотрим стену толщиной 200 мм при воздействии воды под давлением. Предполагаем, что швы бетонирования отсутствуют.

Различают 4 области воздействия воды:

1. Происходит проникновение воды под давлением с внешней стороны рассматриваемого элемента стены. Величина проникновения может достигать 25 мм для специально запроектированного бетона. Глубина проникновения зависит от величины напора воды с свойств бетона: водоцементного отношения, ухода за бетоном, влажности и возраста этого бетона.
2. Капиллярная область воздействия, глубиной до 70 мм от области проникновения воды под давлением.
3. Область, в которой движение воды отсутствует.
4. Происходит высушивание с противоположной стороны. Влага в этой области перемещается вследствие диффузии. Область ограничивается 80 мм.

При применении технологии «Белая ванна» предполагается использование специальных бетонов. В отечественной практике используются бетоны на напрягающем цементе, преимущественно НЦ-20, классом по прочности на сжатие от 32,5 до 42,5. Применение самонапряженных железобетонных конструкций дает возможность получить двухосное напряженное состояние пола и стен объекта. Это позволяет значительно сократить количество строительных швов, получить трещиностойкую, практически водонепроницаемую конструкцию (марка по водонепроницаемости по ГОСТ 12730.5-84 составляет W16–W20). Кроме того, бетоны на напрягающем цементе обеспечивают коррозионную стойкость подземных конструкций даже в сульфатных средах. Недостатком

напрягающего цемента является его высокая цена (примерно в 2-3 раза выше ПЦ). Напрягающий цемент представляет собой механическую смесь портландцементного клинкера (60–80 %), глиноземистого цемента (15–20 %), гипса (5–10 %) и извести (до 2 %). Высокая цена обусловлена сложностью технологии изготовления, высокими требованиями к качеству исходного сырья.

Нами предложена замена части ПЦ в составе НЦ на тонкомолотый доменный гранулированный шлак с большей удельной поверхностью ($S_{уд} \geq 4500$) с целью получения плотной упаковки частиц многокомпонентного вяжущего. Шлак используется в количестве 20 % массы цемента. Получается следующий состав: ПЦ – 45–60 %; Шлак – 20–25%; ГЦ – 15–20 %; гипс – 5–10 %; известь – до 2 %. Проведенные испытания согласно ГОСТ Р 56727-2015 показали, что энергия самонапряжения увеличилась примерно на 20 %.

Испытания полученного вяжущего по ГОСТ 30744-2001 показали, что его прочность на сжатие и растяжение относительно контрольного состава практически не изменились.

Таким образом, разработанный многокомпонентный напрягающий цемент с тонкодисперсным шлаком позволит сделать гидроизоляцию фундаментов наиболее экономически целесообразной, а в перспективе откроет возможность расширения применения технологии «Белая ванна» для гидроизоляции конструкций в жилищном, промышленном и транспортном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Никиткова Е.В.* Технологии гидроизоляции Sika для подземных объектов. // Технологии Мира 2011 №6 (34). URL: <http://rus.sika.com/ru/group/Media/Mediareleases.html#sthash.RAWc5sut.dpuf>
2. *Фурманов Н. Е.* Благоприятный состав бетона для изготовления водонепроницаемых конструкций по системе «Белая ванна». // Инженерно-строительный журнал 2009 №3. URL: http://engstroy.spbstu.ru/index_2009_03/furmanov_gidroizoliaciya.pdf

ФАЛЬЦЕВАЯ КРОВЛЯ

К кровельным системам предъявляются высокие требования: прочность, водонепроницаемость, морозостойкость, долговечность, архитектурно-декоративная задача и простота обслуживания [1, 2].

Создание систем защиты изоляционной оболочки здания направлено на создание комфортных условий в помещении; на снижение энергетических, материальных затрат при эксплуатации зданий; на сохранение свойств строительных элементов и повышение долговечности кровельных конструкций [3, 4].

Фальцевая кровля представляет собой металлические листы длиной от карниза до конька, которые соединены между собой специальным замком, называемым «фальцем». Существует несколько видов фальцев: стоячие, лежачие, двойные, одинарные, самозащёлкивающиеся [5].

Эта система скрепления гарантирует герметичность без клеевых швов, резиновых уплотнителей и сквозных отверстий, допускающих возможность попадания влаги. Последнее чревато тем, что проникновение и конденсация влаги в конструкции определяет ухудшение её теплоизолирующих свойств, снижение долговечности, ухудшение влажностного состояния и в конструкции, и в интерьерах.



Рис. 1. Фальцевые кровли

Особенности фальцевой скатной кровли состоят в том, что радиационная компонента (в жаркий период) представлена в большей степени, а наличие крепления двойным фальцем минимизирует возможность прямых протечек. Для теплообмена в скатной фальцевой кровле характерными являются два полярных состояния: в условиях жаркого лета и в условиях зимы.

Сочетание прямых, радиусных и конусных листов-картин фальцевой кровли позволяет покрывать крыши любой конфигурации. Фальцевую кровлю допускается монтировать и при небольших углах наклона крыши (от 1—3) с использованием специального герметика, укладываемого на горизонтальную поверхность нижнего фальца.

По технологии кровельная панель сначала укладывается на обрешетку, затем крепится кляммером к обрешетке, а уже следующая картина накрывает предыдущую вместе с кляммером. В зависимости от назначения используют несколько типов кляммеров: фиксирующий (наиболее используемый), плавающий (его особенность заключается в том, что фальц-карта имеет возможность двигаться при нагревании-остывании металла), плоский. Количество кляммеров зависит от высоты здания и ширины картины, толщины металла в соответствии с нагрузкой.

Основной принцип фальцевой кровли – механическое соединение частей кровли между собой путём зацепов соседних элементов кровли. Соединение именно механическое, не зависящее от способности уплотнителей крепежа, типа герметика или склеенных элементов кровли, сохраняет свои свойства в течение длительного периода эксплуатации (рис. 2).

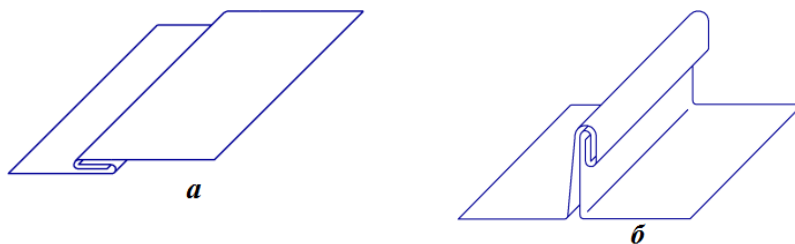


Рис. 2. Типы фальцев: а — лежачий фальц; б — стоячий фальц

Целью таких соединений является естественный отвод воды от узла стыковки элементов кровли. При этом кровля получается одновременно жёсткая и «дышащая» при температурном расширении.

Правильно смонтированные крепления материала в фальцевой кровле сводят срок службы кровельного покрытия к сроку службы кровельного металла. Поэтому получается, что долговечность фальцевой кровли фактически определяется качеством используемого материала. Весь крепеж находится под кровлей, что исключает необходимость делать отверстия в кровле во время ее монтажа, а это повышает её надёжность.

Однако при монтаже фальцевой кровли возможны ошибки, ведущие к определенным последствиям. При *плохом обжиме фальца* образуется неплотность, в которую может попасть вода. *Неправильный разворот*

принимает воду внутрь фальца под напором воды. Одна из основных ошибок – *когда место стыка направлено по отношению к сходящей воде*. Вода попадает в него, стык начинает протекать.

Фальцовочные работы на кровле производятся при помощи металлических лент или листов, не способных выдерживать нагрузку. Поэтому для поддержки поверхности кровли из листов и лент необходимо цельное направляющее основание, к которому прикрепляются кляммера. Также при выборе основания для фальцовочных работ необходимо следовать правилам противопожарной безопасности.

Изготовление, монтаж или ремонт металлической фальцевой кровли представляет собой сложный технологический процесс. Для красивой и надежной фальцевой кровли нужен долговечный материал, профессиональное проектирование и монтаж.

Преимущества фальцевой кровли (быстрое и простое устройство, исключающее любые протечки и коррозию; малый вес; невоспламеняемость покрытия и гладкость поверхности; материальная доступность) делают ее самым надёжным кровельным материалом на сегодняшний день. Фальцевые кровли применяют на скатных крышах, на крышах с малым уклоном, на крышах сложной конфигурации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., Naumova N.V., Chkunin A.S.* Composite wall materials // «Italian Science Review». Issue 2 (11); February 2014. P. 155–157
2. *Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В.* Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4 (35). С.
3. *Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu. V.* Insulation systems of the building constructions / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20168604027>.
4. *Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu., Romanova I. P., Zelenshikov D.B., T.V. Smirnova.* The systems of insulation and a methodology for assessing the durability. / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20168604036>.
5. *Zhukov A.D., Bobrova Ye.Yu., Zelenshchikov D.B., Mustafaev R.M., Khimich A.O.* Insulation systems and green sustainable construction // «Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering». Volumes 1025–1026 (2014). P. 1031–1034

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА БЕТОНА МИРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ

В последние годы интенсивно развивается направление модификации бетонов тонкодисперсными минеральными добавками (ММ), которые используются для регулирования процессов схватывания, структурообразования, активации гидратации и твердения, улучшения реологических свойств бетонных смесей, а также создания безотходных технологий и улучшению экологического состояния окружающей среды [1,2,3].

Очевидно, что оптимальные параметры ММ должны обосновываться положениями физико – химической механики микрогетерогенных систем и механики разрушения хрупких композитных материалов. Согласно последней, реальная прочность композита характеризуется энергией разрушения γ , модулем упругости E и размером трещины c . Эта зависимость выражается уравнением Гриффитса в следующем виде:

$$\delta_c = \sqrt{4\gamma E / \pi c} \quad (1)$$

Оценивая влияние этих факторов на прочность композита Ф.Ф. Ленг отмечает, что вторая дисперсная фаза влияет на энергию разрушения тремя путями:

- первый путь связан с пластической деформацией вследствие высоких напряжений около фронта трещины, и эта деформация поглощает энергию при развитии трещины. При этом определённый вклад в пластическую деформацию вносит ориентация молекул матрицы.

-второй - с увеличением поверхности разрушения из-за криволинейной траектории, проявляющийся в затвердевших цементных системах.

- третий - обусловлен взаимодействием второй дисперсной и трещины.

На основе гипотезы о том, что фронт трещины характеризуется линейной энергией, разработана модель, в которой предполагается, что увеличенная длина линии фронта трещины может внести значимый вклад в энергию разрушения хрупкого композита с дисперсными частицами. Это обусловлено тем, что после приложения растягивающего напряжения фронт трещины начинает продвигаться между каждой парой задержки (короткая остановка трещины при встрече с включением), образуя новые поверхности разрушения. Ф.Ф. Ленг для простоты анализа каждую частицу дисперсной фазы рассматривал как дефект внутри матрицы и соответственно инициатор трещин. Это базируется на двух факторах. Во первых: в местах разрушений часто наблюдаются круп-

ные неоднородности. Во вторых: включения второй фазы увеличивают напряжения из-за различия в коэффициентах термического расширения.

Энергия разрушения включает две составляющие, одна из которых определяет энергию, необходимую для образования новой поверхности разрушения, а другая – энергию, необходимую для увеличения длины фронта трещины. Вклад второй составляющей зависит как от прогиба линии фронта трещины, так и от величины линейной энергии Т.Ф.Ф Ленг получил следующее соотношение:

$$\gamma = \gamma_0 + \frac{T}{d}, \quad (1)$$

где γ_0 – энергия разрушения матрицы; d – среднее расстояние между дисперсными частицами.

Экспериментальные исследования показали, что энергия разрушения композитных материалов зависит не только от расстояния между частицами, но и от их размеров, объёмного содержания, а также от шероховатости поверхности разрушения. При этом энергия разрушения композита имеет экстремальный характер в зависимости от объёмного содержания дисперсных частиц, а максимальным значением обладают системы с частицами большого размера. Теоретически неучтённое в уравнении Ленга влияние размера частиц, но установленное экспериментально, обусловлено способностью частиц задерживать продвижение фронта трещин перед разрушением, определяя величину его искривлённости между местами задержки. Оценивая влияние модуля упругости на прочность композитных материалов с дисперсными частицами, следует отметить, что он наиболее широко изучен и обсуждён. В общем случае дисперсная фаза либо уменьшает, либо увеличивает модуль упругости матричной фазы, в зависимости от того, будет ли модуль упругости частиц, соответственно, меньше или больше дисперсной фазы. Таким образом, дисперсная фаза при определённых параметрах увеличивает энергию разрушения и модуль упругости материала матрицы, но при этом в большинстве случаев снижает прочность композита. Поэтому из уравнения Гриффитса следует, что наибольший эффект дисперсной фазы проявляется во введении в материал или дефектов, или трещин.

Определим параметры использования ММ с целью оптимизации дисперсного состава бетона, приняв форму частиц шарообразной, а матрицу цемента, представленной в виде простой кубической упаковки частиц одного диаметра.

В результате расчетов получим уравнение, связывающее дисперсность добавки (S_M) с удельной поверхностью цемента (S_w):

$$S_M = \frac{\rho_{ц}}{\rho_{м*к}} \cdot S_{ц} \quad (2)$$

где $\rho_{ц}$, $\rho_{м}$ – истинная плотность цемента и добавки; k – коэффициент, зависящий от характера и объема межчастичной пустотности.

Зависимость (2) показывает наличие линейной связи между оптимальной дисперсностью ММ и дисперсностью цемента, которая в 2-2,5 раза должна превышать дисперсность клинкерного компонента.

Оценивая оптимальное содержание ММ в составе вяжущих веществ можно предположить, что оно находится в пределах 26-48%, соответствуя пустотности геометрически правильных пространственных структур. При замене части цемента в составе бетона эквивалентной частью ММ, содержание последнего должно быть количеству замещённого цемента и объёму пустот в оставшемся цементе. Оптимальное содержание средне- и высокоактивных ММ в МЦС составляет 20-25%, а малоактивных – 25-30%, при этом часть добавки вводится взамен эквивалентной части песка.

Влияние оптимального и повышенного содержания минеральных добавок оптимальной дисперсности на примере тонкомолотых перлита, керамзита и шунгизита исследовалось на морозостойкость керамзитобетона, т. е. свойства наиболее чувствительного к изменению структуры бетона. Установлено, что морозостойкость конструктивно-теплоизоляционного керамзитобетона класса В7,5 с исследуемыми ММ, введенными в бетон в оптимальном количестве - 20%, находится на уровне морозостойкости контрольного состава. При введении в керамзитобетон класса В15 активных ММ в количестве 25% взамен эквивалентной части цемента его морозостойкость с добавкой перлита имеет марку F 100, с шунгизитом - F 300, а с керамзитом - F 200 (контрольный состав F 300). Полученные результаты связаны с фактическими объемами минеральных добавок и цемента. Таким образом, введение активных ММ в бетон с оптимальными дисперсностью и содержанием практически не влияет на морозостойкость бетона, а при большем их содержании эту характеристика бетона может значительно ухудшиться, что наблюдается при использовании пуццолановых цементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белякова Ж.С., Величко Е.Г., Комар А.Г.* Экологические, материаловедческие и технологические аспекты применения зол ТЭС в бетоне // *Строительные материалы*, 2001, № 3, С. 46-48.

2. *Цховребов Э.С., Величко Е.Г.* Вопросы охраны окружающей среды и здоровья человека в процессе обращения строительных материалов // *Строительные материалы*, 2014, №5. С.93-103.

3. *Величко Е.Г.* Стрoение и основные свойства строительных материалов. –М.:2014. -496 с.

*Студенты 2 курса 18 группы ИГЭС Самиев Д.З., Фастова А.А.,
Литягина Д.В.*

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. Е.В. Ткач

МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

В настоящее время распространено строительство жилых и промышленных зданий и сооружений в районах непосредственной близости от уже существующих построек, в сейсмически активных районах, на площадках с насыпными видами грунта, с высоким уровнем подземных вод. Чтобы избежать катастроф и несчастных случаев, необходимо удостовериться в полной устойчивости сооружений. Любые ненормативные изменения в основаниях и фундаментах (осыпи, обвалы, размывы и др.) приведут к выводу из эксплуатации, травмам на производстве и гибели людей. Поэтому при проектировании и возведении зданий и сооружений особое место выделяется закреплению грунтов.

Существует несколько видов материалов, используемых для фиксации грунта: химические, вяжущие вещества и комбинированные системы. Вяжущие вещества придают грунту повышенную структурную прочность и свойства твердого тела. Таковыми являются, например, гидравлические вяжущие – цемент, битум, известь. Эти материалы используются в основном в закреплении грунта методом цементации (сплошной, проникающей, инфильтрационной, струйной и др.). В грунтовую массу вводятся гидравлические вяжущие с целью снижения водопроницаемости грунта, а значит, снижения его подвижности и размывания подземными водами [1].

Одним из самых эффективных веществ этой группы является бентонит. Этот глинистый природный минерал, преимущественно состоящий из минералов группы смектита (минералы, имеющий ярко выраженные сорбционные свойства и термическую устойчивость – монтмориллонит, бейделит, нонтронит, сапонит и др.), имеет склонность к адсорбции (процесс поглощения веществ другими веществами). Попадая в почву, бентонит вбирает в себя всю воду, препятствуя дальнейшему распространению влаги, и при гидратации увеличивается в объеме в несколько раз, что уплотняет саму структуру грунта, ограничивая его перемещения в пространстве [2].

Минусом бентонита является его неприменимость на участках, где имеется свободное протекание грунтовых вод: в этом случае происходит размывание бентонитового замка. Бентонитовые соединения не имеют достаточной стойкости к воздействию химических веществ, содержащихся в грунтовых водах: солей (хлоридов, сульфатов), кислот и щелочей.

Именно поэтому бентонит зачастую соединяют с цементом, получая более стойкий и прочный цементно-бентонитовый раствор. Он задействован во многих методах закрепления грунтов.

Самый распространенный из них – возведение подземных сооружений способом «стена в грунте». Этот способ заключается во введении в заранее приготовленную траншею монолитных и сборных конструкций (в нашем случае, из цементно-бентонитовых смесей) в несущих, ограждающих или противофильтрационных целях. Глинистые суспензии, заполняющие готовую траншею, предотвращают ее обрушение, создавая гидростатическое противодействие, превышающее в любой точке на стенке траншеи активное давление материала грунта и грунтовых вод [3].

Второй группой веществ, использующихся для закрепления грунта, являются химические вещества.

Как способ осуществления строительных работ закрепление грунта химическими соединениями представляет собой некоторое изменение физических свойств природных грунтов за счет их химической обработки всевозможными реагентами. Модификация свойств грунта основана на взаимных реакциях реагентов или на их взаимодействии с химически активной частью грунтов. Химическое закрепление грунтов обеспечивает необратимость и надежность приобретаемых грунтами свойств.

С точки зрения химии химическая фиксация грунта основывается на конденсации полимеров, как органических, так и неорганических (такие полимеры называются крепителями) во время их взаимодействия с коагулянтами-отвердителями. Полимеры отвердевают в трещинах и порах грунтов, что обеспечивает нужные изменения механических свойств грунтов.

В качестве полимеров применяют водные растворы силиката натрия (один из неорганических полимеров), а также растворы некоторых синтетических смол (или органических полимеров). В качестве отвердителей используются различные неорганические и органические соли, кислоты и химические модификаторы к ним, а также некоторые газообразные вещества.

Методы введения химических веществ в неустойчивые грунты аналогичны методам введения цементного раствора. Рассмотрим один из вариантов. В грунт вбиваются инъекторы, через которые затем вводят растворы. Первым инъектируется жидкое стекло (силикат натрия Na_2SiO_3), оно нагнетается до полного насыщения (этот процесс называется силикатизацией), после чего сразу же вводится раствор хлорида кальция CaCl_2 (смолизация). В результате реакции между введенными компонентами (растворами) в порах (пустотах) грунта образуется гель.

Гель быстро затвердевает и прочно связывает рыхлые частицы грунта в плотную массу. Масса обладает высокой несущей способностью, которая увеличивается с течением времени при все большем затвердевании [4, 5].

Третья группа веществ, используемых для фиксации грунтов – комбинированные системы, то есть, в них применяются как вяжущие, так и химические вещества. Эффект от таких систем превосходит обе предыдущие группы.

Требования к экологической безопасности химического и физико-химического закрепления грунтов постоянно возрастают. Тем не менее, следует признать, что на сегодняшний день абсолютно «чистых» (с точки зрения экологии) методов закрепления грунтов не существует, что все они в той или иной мере изменяют свойства природной грунтовой толщи, что может оказывать отрицательное влияние на человека и окружающую его природную среду. Наибольшую опасность, связанную с токсичностью загрязняющих веществ, представляют следующие методы закрепления: защелачивание, некоторые из способов смолизации и силикатизации. Самым безопасным материалом признан портландцемент, не вызывающий существенных экологических последствий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пашкевич А.А., Орешкин Д.В., Ляпидевская О.Б.* Сухие строительные смеси с полыми микросферами// В сборнике: Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов материалы V Международной научно-технической конференции: в 3-х частях. 2009. С. 207-211.
2. *Ляпидевская О.Б., Фрайнт М.А.* Фотокаталитический бетон для дорожного строительства//Вестник МГСУ . 2014. № 2 . С. 125-130.
3. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01-83), Москва, Стройиздат, 1986 г.
4. *Семенов В.С., Орешкин Д.В., Розовская Т.А.* Свойства облегченных кладочных растворов с полыми стеклянными микросферами и противоморозными добавками//Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 3. С. 9-11.
5. *Ткач Е.В., Семенов В.С., Ткач С.А.* Высокоэффективные модифицированные гидрофобизированные бетоны с улучшенными физико-техническими свойствами//Бетон и железобетон -взгляд в будущее: научные труды III Всероссийск. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону, Москва, 12-16 мая 2014 г.: в 7 т. -Т. 5. -С. 113-123.

Студент 2 курса 18 группы ИГЭС Сергиенко Д.А.

Студенты 2 курса 14 группы ИГЭС Романов Р.М., Митряев А.А.

Научный руководитель – проф., д-р. тех. наук Е.В. Ткач

ФИБРОБЕТОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Бетон - один из важнейших строительных материалов современности. Преимуществами бетона являются: большая сырьевая база, простота переработки сырья, широкий диапазон строительно-технических свойств изделий, возможность изготовления крупноразмерных изделий, архитектурная выразительность. Еще в XX веке люди задались вопросом увеличения прочности строительных конструкций. Существенным недостатком традиционных видов бетона является их склонность к трещинообразованию, что приводит к снижению долговечности изделий и конструкций [1-3]. Русский инженер В. П. Некрасов в 1907 году заметил, что добавление в бетон металлических волокон (стальной фибры) повышает прочность бетона, а в 1909 году ученый получил патент на сталефибробетонную конструкцию.

Фибра – современный материал, который в некоторых случаях способен заменить металлическую стержневую арматуру в железобетоне. Представляет собой небольшие отрезки проволоки или узкие полосы. Фибра бывает стальной, стеклянной, базальтовой и полимерной. Введение фибры в бетон и ее дисперсное расположение в его объеме позволяет получить композиционный материал на основе бетонной (цементной) матрицы [4-6]. При смешивании фибры с бетоном получается фибробетон, который в отличие от обычного железобетона имеет меньшую усадку, более устойчив к образованию трещин и достаточно хорошо выдерживает вибрационные и ударные нагрузки. Итак, рассмотрим основные свойства и преимущества фибробетонов на примере сталефибробетона. Сталефибробетон классифицируют следующим образом: по марке стали – низкоуглеродистая, высокоуглеродистая; а также по профилю – анкерная, волновая, прямая (микрофибра). Рассмотрим подробнее второй тип классификации стальной фибры. Прямая микрофибра при длине (L) 12мм, 13мм имеет номинальный диаметр (D) 0,2-0,35мм рис.1.



Рис.1 Прямая фибра

Простая линейная форма способствует увеличению работы на растяжение. Волновая фибра при длине (L) 15-22мм имеет номинальный диаметр (D) 0,2-0,7мм рис.2. Такая форма позволяет увеличить работу на изгиб, растяжение и сжатие.

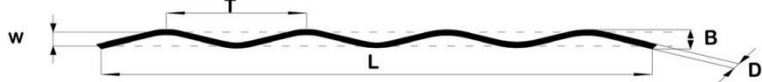


Рис.2. Волновая фибра

Анкерная фибра при длине (L) 30мм имеет номинальный диаметр (D) 0,3-0,7мм, а длина (L) 50мм;60мм соответствует номинальному диаметру (D) 0,8-1,1 мм рис.3.

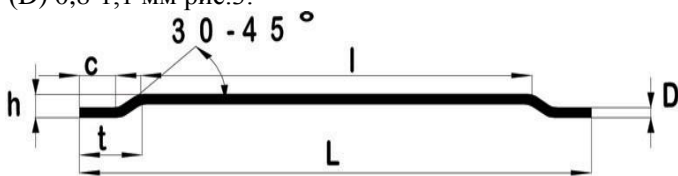


Рис.3. Анкерная фибра

Акцентируем внимание на анкерной фибре и рассмотрим результаты испытаний на растяжение при изгибе, в зависимости от содержания фибры в бетоне табл.1.

Таблица 1

Зависимость прочности бетона от процентного содержания фибры

№ п/п	Прочность на растяжение при изгибе, МПа			
	Контрольный состав	Сталефибробетон при содержании фибры		
		$\mu=0,5\%$	$\mu=1,5\%$	$\mu=2\%$
1	2,16	2,34	4,75	5,63
2	2,15	2,08	4,99	5,28
3	1,91	2,51	5,79	4,96
4	2,18	2,27	4,92	5,66
5	1,96	2,16	5,34	5,31
6	1,81	2,17	5,23	6,05
7	2,39	2,19	5,11	5,13
-	$R_{cp}=2,08$	$R_{cp}=2,24$	$R_{cp}=5,16$	$R_{cp}=5,43$

Как можно заметить из таблицы, оптимальное содержание фибры в бетоне составляет 1,5%. Это количество достаточно для приобретения бетоном лучших характеристик и оптимально по экономическим пока-

зателям, так как последующее увеличение концентрации фибры не способствует значительному приросту прочности и существенно увеличивает его стоимость, а также приводит к неравномерному распределению фибры по объему бетона и увеличивает вероятность образования «ежей». Фибробетон применяют при реставрационных работах, при строительстве транспортных туннелей, им покрывают дороги и настилы, также фибробетон используют при строительстве берегозащитных сооружений. Заметим, что в арсенале фибробетона имеется огромный набор физико-химических свойств. Этот материал используют все чаще и чаще не только в России, но и во всём мире, и это выгодно не только с экономической точки зрения, а еще и позволяет обеспечить высокое качество сооружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Радькова И.Н., Грицаенко В.И.* Эффективный упрочнительный компонент железобетонных конструкций - стальная фибра. 2012.
2. *Страданченко С.Г., Плешко М.С., Армейсков В.Н.* Разработка эффективных составов фибробетона для подземного строительства. 2013.
3. *Борисюк А.П., Затюк Ю.Ю.* Исследование деформационных характеристик фибробетона со стальной фиброй. 2016.
4. *Пухаренко Ю.В.* Реставрация и строительство: потенциал фиброармированных материалов и изделий. 2012.
5. *Ткач Е. В., Семенов В. С., Ткач С. А.* Высокоэффективные модифицированные гидрофобизированные бетоны с улучшенными физико-техническими свойствами//Бетон и железобетон -взгляд в будущее: научные труды III Всероссийск. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону, Москва, 12-16 мая 2014 г.: в 7 т. -Т. 5. -С. 113-123.
6. *Semenov V.S., Rozovskaya T.A., Oreshkin D.V.* Properties of the dry masonry mixtures with hollow ceramics microspheres//Advanced Materials Research. 2014. Vol. 860-863. Pp. 1244-1247.
7. *Пашкевич А.А., Орешкин Д.В., Ляпидевская О.Б.* Сухие строительные смеси с полыми микросферами// В сборнике: Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов материалы V Международной научно-технической конференции: в 3-х частях. 2009. С. 207-211.

МИНЕРАЛОВАТНЫЕ УТЕПЛИТЕЛИ ДЛЯ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

Многослойные фасадные теплоизоляционные системы повышают эффективность тепловой защиты здания, и тем самым обеспечивают рациональное использование энергоресурсов. В современном строительстве используется несколько типов решений утепления наружных стен: слоистая (колодезная) кладка, трехслойные железобетонные и трехслойные металлические панели, штукатурные фасадные системы (СФТК) и навесные фасады с вентилируемым зазором [1].

Оптимальным вариантом теплоизоляции в фасадных системах являются гидрофобизированные плиты из минеральной (каменной) ваты на синтетическом связующем [2,3]. Основным сырьем для производства каменной ваты служат изверженные горные породы габбро-базальтового типа. Вата характеризуется модулем кислотности не менее 1,8, водостойкостью, pH не более 4, средним диаметром волокна не более 6 мкм и содержанием неволокнистых включений не более 12%. В качестве гидрофобизирующих добавок применяют масляные и кремнийорганические составы.

К обязательным требованиям для минераловатных плит относятся: номинальные размеры плит и допускаемые отклонения от них, коэффициент теплопроводности, который не должен превышать 0,06 Вт/(м·К), средняя плотность изделий не более 200-250 кг/м³. Также необходимо соответствие утеплителя требованиям пожарной и радиационной безопасности.

Для гидрофобизированных плит учитывается водопоглощение по массе образцов, частично погруженных в воду на 24 ч (которое должно быть не более 1%). Для особых условий эксплуатации при действии на утеплитель различного рода механических нагрузок и/или температурно-влажностных факторов в число обязательных входят: повышенные требования по прочности на сжатие при 10 %-ной деформации, прочности на отрыв слоев, паропроницаемости и водостойкости.

Слоистая кладка является трехслойной конструкцией. Внутренний слой, т.е. сама несущая стена, выполняется из кирпича, бетонных, керамзитобетонных блоков и др. материалов. Далее идет теплоизоляционный слой и устанавливается защитно-декоративная облицовка из лицевого кирпича. В этом случае слой теплоизоляции является ненагруженным, и поэтому, в системе используются универсальные изделия, например полужесткие плиты с плотностью 60...80 кг/м³.

Для возведения наружных стен широко применяют трехслойные железобетонные панели [4]. Эта конструкция состоит из двух бетонных слоев и расположенного между ними слоя теплоизоляции. В качестве утеплителя используют жесткие минераловатные плиты плотностью 80...160 кг/м³, способные при изготовлении панелей воспринимать при минимальном уплотнении нагрузку от укладываемого на них внутреннего слоя бетона.

Конструкция трехслойных металлических панелей (сэндвич-панелей) состоит из внешних облицовок, выполненных из горячеоцинкованного и окрашенного холоднокатанного стального листа и средней части (сердцевины), которые соединяются между собой слоем клея. Сама сердцевина является теплоизоляционным слоем и состоит из брусков, вырезанных из минераловатной плиты и уложенных в сердцевину панели с ориентацией волокон перпендикулярно облицовочным слоям [5].

Минераловатные изделия для сэндвич-панелей выбираются с учетом обеспечения нормируемых требований к прочности материала на сжатие, растяжение (разрыв слоев) и сдвиг, а также к модулю упругости при растяжении и сжатии.

Примером наружного утепления стен здания служит штукатурный фасад [6]. В зависимости от толщины штукатурного слоя выделяют фасады с тонким и толстым слоями. При устройстве конструкций с тонким штукатурным слоем теплоизоляционные плиты приклеивают к стене и дополнительно укрепляют распорными дюбелями, а при креплении толстослойной штукатурки используют металлическую сварную сетку.

Основным требованием к минераловатым утеплителям является прочность при растяжении перпендикулярно лицевым поверхностям, т.е. предел прочности на отрыв слоев для ламельных изделий должен быть не менее 80 кПа, а для минераловатных плит не менее 15 кПа, и сами плиты из минеральной ваты должны быть достаточно жесткими – прочность на сжатие при 10 %-ой деформации для ламельных изделий не менее 40 кПа, для минераловатных плит не менее 30 кПа.

Навесные вентилируемые фасадные системы представляют собой конструкцию, в которой слой теплоизоляции защищен слоем облицовки, и между под облицовочной конструкцией и утеплителем имеется воздушный зазор.

При такой конструкции фасадной системы на материал утеплителя может оказывать воздействие аэродинамическая сила, связанная с движением воздушного потока вдоль поверхности теплоизоляционного слоя и вызывающая эмиссию волокон ваты. Поэтому, одним из главных требований, предъявляемых к минеральной вате, является прочность на

отрыв слоев. Для обеспечения сохранения целостности плит в конструкции их укрывают паропроницаемыми гидро- и ветрозащитными мембранами или используют кашированные плиты, облицованные стеклохолстом.

Таким образом, каждая фасадная конструкция является сложной многослойной системой, имеющей в своем составе эффективные теплоизоляционные материалы. Наличие утеплителя за счет уменьшения толщины стен зданий позволяет уменьшить материалоемкость фундамента и здания в целом.

Одной из положительных особенностей материалов на основе минеральной ваты является возможность их четкого позиционирования по областям применения за счет изготовления изделий с индивидуальным набором технических характеристик.

Это позволяет изделиям эффективно и максимально долго работать в тех или иных условиях эксплуатации. В номенклатурной линейке ведущих производителей минераловатных утеплителей (торговые марки ROCKWOOL, PAROC, TEXHO, ISOROC и др.) представлены как универсальные по назначению изделия, используемые в ненагружаемой изоляции, так и продукция, специализированная под определенные виды фасадных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Системы изоляции строительных конструкций. Учебное пособие. М. 2013
2. ГОСТ 4640-2011. Вата минеральная. Технические условия.
3. ГОСТ 9573-2012. Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия.
4. ГОСТ 31310-2015. Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия.
5. ГОСТ 32603-2012. Панели металлические трехслойные с утеплителем из минеральной ваты. Технические условия.
6. ГОСТ Р 56707-2015. Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Общие технические условия.

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Студентка 3 курса 4 группы ИСА Альбинская А.В.,

Студентка 3 курса 6 группы ИСА Будошкина К.А.

Научный руководитель – проф, д-р техн. наук, проф. А.И. Бедов

МНОГОСЛОЙНЫЕ СИСТЕМЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Как известно об основном назначении наружных стен зданий оно включает в себя: защиту внутренних помещений от различного рода внешних воздействий- солнечных лучей(прямых), осадков из атмосферы, высокой или, наоборот, низкой температуры воздуха, загрязнений, шума, и т.д.

Отечественная практика демонстрирует совмещение двух функций у наружных стен из каменной кладки: ограждающую и несущую. Это, в свою очередь, привело к тому, что они выполнялись массивными, преимущественно из однослойной кладки. Наружные стены, в последнее время, особенно это касается многоэтажных зданий, являются самонесущими. Поэтому позволительно выполнять их из легких материалов с высоким сопротивлением теплопередаче. Такие стены многослойные.

Последовательность слоев: внутренний слой представляет из себя: керамические и бетонные камни, теплоизоляция (плиты утеплителя), воздушный зазор, облицовочный кирпич. Слои располагаются по мере уменьшения коэффициентов теплопроводности и увеличения их коэффициентов паропроницаемости, поэтому такая схема является оптимальной, (рис. 1)

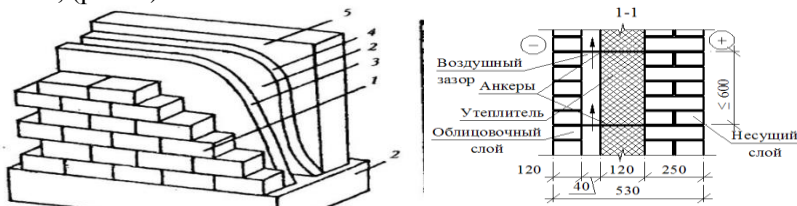


Рис. 1. Многослойные стены: 1) наружная облицовка (кирпичная кладка); 2) вентиляционный зазор; 3) ветрозащита; 4) теплоизоляция; 5) несущая стена;

Ограждения с множеством слоев имеют значимые преимущества перед однослойными конструкциями, однако, недостатки их, с присутствием человеческого фактора, на порядок возрастают.

Преимущества:

1. толщина и вес малы;
2. применение обеспечивает высокое сопротивление теплопередаче наружных стен;
3. достигается снижение материалоемкости;
4. огнестойкость (облицовочный материал из кирпича может быть применен при любой степени огнестойкости здания);
5. красивый внешний вид;
6. простой набор материалов;
7. стандартный способ монтажа конструкций;
8. возможность не зависеть при строительно-монтажных работах от времени.

Недостатки:

1. трудоемкость возведения является очень высокой;
2. недостаток квалифицированной рабочей силы;
3. из-за присутствия в блочной или кирпичной кладке элементов, проводящих тепло, таких как металлические связи или строительные бетонных элементы, снижается коэффициент теплотехнической однородности.;
4. Диски, в которых, перекрытия выходят на контакт с наружным воздухом, обеспечивают теплопотери от стены не менее 20%. В некоторых системах теплопотери могут превышать 50%
5. деформации под действием температуры в кирпичной наружной кладке и во внутреннем железобетонном каркасе - будут значительно различаться Это мы можем объяснить тем, что железобетонные конструкции будут всегда работать только при положительных температурах, потому что весь каркас будет закрыт средним теплоизоляционным слоем. Лицевая же кладка будет работать зимой при отрицательной температуре;
6. При отступлении от проектных отметок данные системы будут обладать ограниченными возможностями для выравнивания фасадов. Каркас, отступающий по вертикали от проектных отметок, практически не представляется возможным выровнять с помощью кладки.;
7. значительный объем скрытых видов работ;
8. не так-то просто в процессе кладки соблюдать предусмотренные проектом размеры горизонтального шва между перекрытием и верхним рядом кладки;
9. практически неремонтопригодные (потребуется полный демонтаж системы даже для небольшого объема ремонтно-восстановительных работ);
10. опирание облицовочного слоя составляет всего два или три сантиметра вместо положенных десяти или двенадцати т.е допуски идут вразрез с требованиями проекта (часть перекрытия должна выступать, а часть быть утоплена)

Как считают строительные эксперты, для неремонтопригодных конструкций возможно два выхода: демонтаж кирпичной кладки (полный) или какие-то конструктивные решения, которые смогут исправить по-

ложение и значительно продлить срок безопасной эксплуатации фасадов. Решения проблем с обрушениями: для начала необходимо повышать качество строительства, то есть, необходимо в нормативных документах сформулировать требования к материалам и конструкциям стенового ограждения; так же обязательно требуется разработка определенных действующих нормативных документов, определяющих возведение таких систем и их эксплуатацию, а также осуществляться соответствующий при контроле приемке зданий с рассматриваемыми конструкциями в эксплуатацию. Аналогично осуществляется надзор за возведением систем с мокрыми штукатурными слоями, светопрозрачными конструкциями и навесными системами. Штукатурку можно восстановить разными способами, один из них это применение примитивных мер, таких как: разрезка, устройство деформационных швов. Для примера можем сказать, что, устройство штукатурной системы наружного утепления, то есть, кладки в которой присутствует опирание на уголок и связи из черного металла нужно разбирать; ремонту можно подвергать кладку с полным опиранием лицевого кирпича на плиту перекрытия, но это в том случае, если результат обследования установит факт наличия и подходящего состояния связей; дома в которых происходит полное опирание лицевого кирпича на плиту перекрытия и трехслойной кладкой можно рекомендовать устройство продухов;

На рынке РФ сейчас происходит популяризация многослойных систем, но без учета особенностей именно нашей страны, климата, отсутствия опыта возведения это внедрение приносит свои «плоды». Многослойные конструкции имеют свои достоинства и они высоко ценятся в политике энергосбережения России, но и недостатки, которые, по большому счету, могут быть устранены. Во-первых, необходима качественно продуманная нормативная база, во-вторых, квалифицированные кадры и строгий надзор. Только объединив во едино два этих главных составляющих, строители смогут увидеть воочию ожидаемый результат, потому что грамотнее будет добиться качественного возведения зданий, чем, как говорится, «лечить симптомы».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ищук М.К.* Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. 2009. 9,54 с.
2. *Бедов А.И. Воронов А.А. и др.* Причина аварийных ситуаций в ограждающих конструкциях из каменной кладки многослойных систем в многоэтажных жилых зданиях //Строительство и реконструкция. 2014. №6(56) с.11-17
3. *Еноткина С. А.* Эксплуатация многослойных ограждающих конструкций // Молодой ученый. — 2011. — №6. Т.1. — С. 49-52.

ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СБОРНЫХ И МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время в строительстве главным направлением является строительство многоэтажных зданий, а именно жилых и административных. Важное значение в жилищном строительстве нашего государства составляют монолитные и сборно-монолитные железобетонные здания с безбалочными перекрытиями. Данное утверждение можно определить тем, что такое решение гарантирует возможность строительства зданий разнообразной структуры, комбинации, архитектуры. Благодаря этому решению здания обладают своей индивидуальностью, что исключает однообразие территориальной застройки. А также важно отметить, что данные системы имеют достаточно высокие показатели по надежности и экономичности, что является важным критерием.



Рис. 1. Возведение монолитного здания

В России к 1880-м годам впервые было возведено строительство многоэтажных как гражданских, так и строительных зданий с монолитными бетонными стенами и перекрытиями. Далее в течение одного века заинтересованность к данной системе повремененно оживлялась в 1910-х и в конце 1920-х - начале 1930-х годов, затем в 1950-х годах. Следующий этап в монолитном домостроении, который был на хорошем уровне, относится к середине 1960-х годов. Данный этап был взаимосвязан с некоторыми методами возведения, которые относятся к

индустриализации: способы транспортирования бетонной смеси, а также создание новых опалубочных конструкций. В данный момент времени перспективность данной технологии широко признана и в первую очередь для возведения комбинированных конструктивных систем (с монолитным каркасом и наружными стенами из штучных материалов). Строительство монолитных зданий дает возможность снизить нагрузку на фундамент, в связи с чем уменьшается и расход на его возведение, а благодаря самой технологии, создание каркаса здания возможно с различной этажностью и различным назначением, потому что данный каркас может воспринимать большие нагрузки.

При всех положительных качествах монолитного возведения, не обошлось и без некоторых проблем. Так как весь строительный процесс происходит под открытым небом, то появляются некоторые трудности в производстве монолитных элементов из-за низких и высоких температур, атмосферных осадков, ветров. Особенно сложность возникает в холодное время года, когда из-за низких температур затрудняется схватывание бетона, поэтому необходимо ускорить твердение бетона, вследствие чего повышается цена за квадратный метр.

Также в настоящее время отсутствует единое решение по вопросу конструирования узлов стыка колонн и плит.



Рис. 2. Устройство сборно-монолитного каркаса

В основе сборно-монолитной технологии находится несущий каркас, который состоит из преднапряженных или обычных железобетонных элементов, которые изготавливаются на заводе, это колонны, ригели, пустотные плиты перекрытий и другие.

Так же, как и с монолитным возведением, данная технология дает возможность устанавливать каркасы с большими пролетами между ко-

лоннами. Жесткость данного каркаса и устойчивость в пространстве обеспечивается с помощью диафрагм жесткости и жесткостью узлов сопряжения. При установке железобетонных элементов узлы бетонируются, что создает жесткий диск перекрытия, а жесткие узлы каркаса получаем благодаря пропуску арматуры через колонну с последующим омоноличиванием.

У сборно-монолитного каркаса очень много преимуществ, это:

- уменьшение трудоемких работ, совершаемых непосредственно на строительной площадке, при этом увеличивается объем возводимого каркаса;

- уменьшение объемов работ с заливкой бетона на площадке;

- свободная планировка квартир между ригелями;

- изготовление сборно-монолитных элементов на заводе;

- снижение расхода железобетона на квадратный метр, вследствие чего, уменьшение стоимости.

Но также есть и отрицательные стороны, а именно:

- невозможность установки дополнительных стержней арматуры, так как размер поперечного сечения колонны по высоте постоянный;

- невозможно увеличить сечение колонны, потому что это увеличит толщину стены, следовательно увеличится нагрузка на здание, также снизит эстетическую привлекательность помещений в здании;

- снижение жесткости каркаса на начальной стадии монтажа, это ведет к появлению трещин в узлах;

- увеличение трудоемкости во время производства круглопустотных плит перекрытий.

Отсюда вытекают следующие задачи:

1. Проанализировать методы расчёта узлов конструкций.
2. Рассмотреть существующие нормативные подходы к вопросам расчёта и конструирования узлов примыкания колонн к плитам перекрытий в монолитном и сборном исполнении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дорфман, А.Э., Ключко В.М.* Проектирование безбалочных бескапитальных перекрытий / - М.: Стройиздат, 1975. – 124с.

2. *Карпенко Н.И.* Развитие методов проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений / *Н.И. Карпенко, В.И. Травуш* // Сб. ст. Международ. науч.-техн. конф. «Эффективные строительные конструкции: теория и практика». – Пенза, 2002.

ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕННЫЕ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОСЛОЙНЫХ КИРПИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

23 мая 2008 года Минмосoblстрой издал распоряжение № 18 «О применении трехслойных стеновых ограждающих конструкций с внутренним слоем из плитного эффективного утеплителя и лицевым слоем из кирпичной кладки при строительстве гражданских зданий на территории Московской области».

Фактически это распоряжение запрещало применение многослойных ограждающих конструкций из кирпича. Такое решение было обусловлено участвовавшими случаями обрушения лицевого кирпичного слоя на фасадах здания и многочисленными трещинами, появившимися в ходе эксплуатации зданий. При попытке выяснить причину появления такого количества дефектов были выявлены различные факторы и ошибки, допущенные на разных стадиях производства и возведения. Но обо всем по порядку.

Первый вариант облегченной кирпичной кладки был создан в 1829 году инженером А.И. Герардом. Современные варианты конструкции практически не отличаются от нее. Пространство между внутренним и внешним кирпичными слоями заполнялось засыпным органическим утеплителем.

Соединение кирпичных слоев обеспечивалось металлическими скобами, которые закреплялись в заранее просверленных в кирпиче отверстиях. Долговечность данной конструкции оказалась достаточно низкой и большого распространения она не получила, вследствие коррозии металлических элементов и просадки утеплителя.

А вот за рубежом ситуация сложилась по иному. Первые многослойные кирпичные стены появились в Англии в 1850-х гг. Более теплые зимы в сравнении с Россией позволили применять достаточно тонкие и экономичные стены.

Одной из особенностей стало наличие воздушной прослойки, которая препятствовала проникновению влаги во внутренний слой стены, а также содействовала более быстрому высыханию обоих слоев кладки. Опыт Англии в применении подобных конструкций в дальнейшем широко распространился и стал использоваться остальными европейскими странами.

В России к идее эксплуатации многослойных стен вернулись только в 30-е гг. XX века. В СССР было создано большое количество вариантов многослойных кирпичных конструкций, возводимыми в виде стен

высотой 2-5 этажей в зависимости от типа кладки. Тем не менее, в силу определенных обстоятельств, таких как: применение сборного железобетона, трудность монтажа и т.д.; большого распространения такие конструкции опять же не получили.

Ситуация резко изменилась в современной России, когда было принято постановление Минстроя РФ от 10.08.95 №18-81 об увеличении сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий. Коэффициенты теплосопротивления возросли в два-три раза. Это привело к тому что толщина однослойной кирпичной стены при расчете возрастала до 1,5-2 метров.

Проектировщики опять вернулись к идее применения многослойных систем с эффективным утеплителем, которые без проблем удовлетворили бы новые требования, оставаясь при этом приемлемыми по толщине.

Первым нормативным документом, описывающим конструкции многослойных стен, стал альбом «Технические решения наружных стен для монолитного домостроения с новым сопротивлением теплопередаче» разработанный ЦНИИЭП жилища совместно с МНИИТЭП и ЦНИИПИ «Монолит» в 1996 году.

При его разработке инженеры опирались на зарубежный опыт и собственные разработки. Наиболее прогрессивным вариантом многослойной стены стала кладка из ячеистобетонных блоков. Облицовка выполнялась в полкирпича, а между слоями укладывался эффективный утеплитель, в основном пенополистерол. Наиболее важные факторы по которым застройщики выбирали именно этот вариант стали:

- небольшая цена пенополистирола;
- малая толщина конструкции;
- высокая тепловая эффективность;
- наличие практически неконтролируемых скрытых работ;
- декоративные достоинства кирпича.

Однако, по прошествии времени стали регистрировать отказы фасадных систем, смонтированных по многослойной технологии.

В процессе обследования этих отказов специалистами были выявлены определенные проблемы, которые и послужили развитию разрушительных для кладки процессов. В список этих проблем входят:

- ошибки, допущенные при проектировании;
- привлечение неквалифицированных кадров к процессу возведения конструкции;
- неудовлетворительное качество материалов, применяемых строителями;
- грубые нарушения технологии возведения многослойных стен.

Причины появления этих проблем было тяжелое положение в стране. Экономические проблемы, сокращение квалифицированных кадров и отсутствие надлежащего надзора позволили застройщикам допускать ошибки, указанные выше, ради собственной выгоды.

Также за время проектирования и возведения были выявлены другие конструктивные недостатки многослойных кирпичных стен. Среди них можно выделить:

- более низкий срок эксплуатации в сравнении с однородными аналогами;
- меньшая теплотехническая однородность в сравнении с теми же однородными стенами;
- требование к качеству монтажа;
- высокая трудоемкость.

Однако, при правильной разработке, проектировании и надзоре фасады из многослойной кирпичной конструкции могут стать не только конкурентоспособными, но занять практически весь рынок фасадных систем.

Достоинств у этой системы много, а количество недостатков при правильном обращении почти сводит к нулю. К сожалению не очень удачный опыт по возведения этой системы в России, возможно, не даст развиваться ей в полную силу. Но совместив качественную нормативную базу, квалифицированные кадры и строгий надзор можно получить ожидаемый результат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ищук М.К.* Российский опыт возведения наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки //Жилищное строительство, 2008, №4. С.23-27.
2. *Ищук М.К.* Дефекты наружных стен из многослойной кладки//Итеграл. 2001.№1. С. 20-22.
3. *Павлова М.О., Моськина О.Ю., Пыхяла Я.Э.* Современные исследования и разработки способов ремонта, реконструкции, реставрации и мониторинга каменных конструкций в России и Европе// Технологии строительства, 2009, №3.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТОВ МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА И ФИБРОБЕТОНА С КОМБИНИРОВАННОЙ АРМАТУРОЙ

Дисперсное фибровое армирование позволяет компенсировать главные недостатки бетона - низкую прочность при растяжении и хрупкость разрушения. Фибробетон рекомендуется применять для изготовления конструкций, в которых наиболее эффективно могут быть использованы такие его свойства, как повышенная трещиностойкость, ударная прочность, вязкость разрушения, износостойкость, морозостойкость, пониженная усадка и ползучесть, возможность использования более эффективных конструктивных решений [1].

Схема усилий и эпюра напряжений в прямоугольном сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого элемента с комбинированным армированием сечения, при его расчете по прочности [2] приведена на рис. 1.

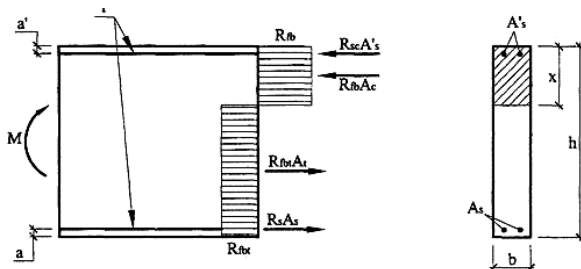


Рис. 1. Схема усилий и эпюра напряжений в нормальном сечении

Расчет по прочности сечений изгибаемых элементов производят из условия

$$M \leq M_{ult}, \quad (1)$$

где M_{ult} - предельный изгибающий момент, который может воспринять сечение элемента.

Значение предельного изгибающего момента для изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов прямоугольного сечения с одиночной арматурой при $\xi \leq \xi_R$ определяют по формуле:

$$M_{ult} = R_{fb} \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) - R_{fbt} \cdot b \cdot (h - x) \cdot 0,5 \cdot (h - x - 2a) \quad (2)$$

Ниже представлен расчёт плиты перекрытия многофункционального трехэтажного подземного комплекса. Комплекс представляет собой со-

оружение с каркасно-стеновой схемой. Плиты перекрытий внутри сооружения опираются на колонны, а по периметру – на несущие «стены в грунте». Узел сопряжения плит с колоннами жесткий, опирание на стену – шарнирное. Сетка колонн – 9м x 9м.

Расчет усилий, возникающих в безбалочной плите, произведен при помощи ПК Лиры. Модель плиты покрытия представляет собой плоскую конечно-элементную сетку, размером 45м x 45 м (5 пролетов). Сетка квадратная, размер конечного элемента 0,5 м. Плита моделируется элементом №11 из библиотеки конечных элементов ПК Лиры. В местах опирания плиты на колонны введены узловые связи, в которых запрещены все перемещения и повороты. По периметру установлены связи, запрещающие перемещения, но разрешающие поворот плиты относительно «стены в грунте». Для безбалочной плиты расчетными нагрузками являются: полосовая нагрузка через пролет и сплошная по всей площади. Исходя из этого, при расчете рассматривались три схемы загрузки – равномерно распределенная нагрузка по всей площади и равномерно-распределенная нагрузка, приложенная через пролет к средним и крайним пролетам.

Исходные данные: бетон класса В25, рабочая арматура класса А400. толщина плиты $h = 30$ см, защитный слой для рабочей арматуры $a = 2$ см, расчетное значение нагрузки $q_n = 28,2 \text{ кН} / \text{м}^2$. На рис. 2 представлена эпюра моментов в наиболее опасном сечении.

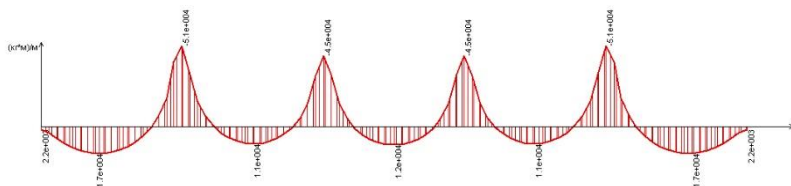


Рис. 2. Эпюра изгибающих моментов по длине плиты

На основании данных рис.2 с учетом перераспределения моментов получаем расчетные усилия: $M_{np} = 221 \text{ кН*м/пог.м}$; $M_{on} = 336 \text{ кН*м/пог.м}$. Соответственно этим моментам рассчитана площадь продольной пролетной и надопорной арматуры для железобетонной плиты:

$A_{s,l} = 24,19 \text{ см}^2 / \text{м}$, $A_{s,sup} = 39,74 \text{ см}^2 / \text{м}$; для сталефибробетонной с комбинированным армированием: $A_{s,l} = 19,69 \text{ см}^2 / \text{м}$, $A_{s,sup} = 35,05 \text{ см}^2 / \text{м}$.

Результаты расчета плиты перекрытия ($M_{fb,ult}/M_{ult}$), выполненной из железобетона и сталефибробетона с комбинированным армированием в зависимости от процента армирования приведен на рис. 3.

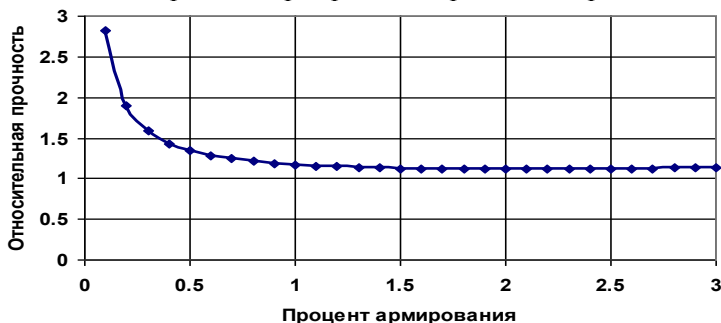


Рис. 3. Относительная прочность фиброжелезобетонной плиты

Из анализа результатов графика видно, что наиболее эффективно применение фиброжелезобетона при процентах армирования 0,1...1%. Здесь наблюдается наибольшее превышение прочности плиты из фиброжелезобетона над прочностью железобетонной плиты - в 2,8...1,2 раза. Далее это превышение практически постоянно и равно в среднем 1.1 раза.

Выводы:

1. Результаты расчетов показали, что применение сталефибробетона вместо бетона в плите перекрытия подземного комплекса приводит к снижению площади рабочей продольной арматуры: пролетной - на 23%; надпорной - на 13%.
2. Установлено, что наиболее эффективно применение фиброжелезобетона при проценте продольного армирования 0,1...1%.
3. Прочность фиброжелезобетонной плиты при одном и том же проценте армирования больше прочности плиты выполненной из железобетона в 1,2...2,8 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Плясунов Е.Г.* Бескапитальный стык колонны и перекрытия с комбинированным армированием в монолитном железобетонном безбалочном каркасе: Автореферат дис. на соиск. Уч. степени канд. техн. наук. Красноярск, 2006. 20 с.
2. Свод правил СП 52-104-2009* «Сталефибробетонные конструкции» СНиП 23-01-99*. М.: ОАО «НИЦ «Строительство», 2010. 89 с.

Студенты 4 курса 5 группы ИСА Гусейнов А.М.О., Магомедов А.Ш., Кривцкий В.В.

Научный руководитель – доц., канд. тех. наук, доц. А.Ю. Родина

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Пространственные конструкции покрытий представляют собой системы, образованные из тонкостенных оболочек и конструкций. Они придают сооружениям индивидуальность, масштабность, легкость и выразительность, и позволяют перекрывать большие пролеты без промежуточных опор. Железобетонные пространственные конструкции покрытий по очертанию срединной поверхности различаются на:

- Складки с различной формой поперечного сечения;
- Оболочки и своды нулевой гауссовой кривизны – цилиндрические и конические оболочки;
- Сферические оболочки и купола, очерченные по поверхностям вращения с вертикальной осью;
- Оболочки, очерченные по поверхности переноса в виде эллиптического параболоида, круговой поверхности и бочарные своды;
- Оболочки и волнистые своды отрицательной гауссовой кривизны – оболочки, очерченные по линейным поверхностям гиперболического параболоида (гипары) и по поверхностям вращения с горизонтальной осью;
- Составные оболочки, имеющие сложную поверхность [1]



Рис. 1. Новосибирский театр оперы и балета

В нашей стране построено очень много различных пространственных конструкций покрытий. Они не перестают привлекать к себе внимание своей архитектурной выразительностью и уникальным внешним видом. Непревзойденным долгое время был купол Новосибирского театра оперы и балета, построенный в 1937 году по проекту П. Л. Пастернака. Купол имеет диаметр 60 м и толщину оболочки 8 см. Нами была проверена устойчивость оболочки купола по последним нормам СП 52-117-2008*.

Устойчивость считается обеспеченной, если:

$$q \leq 0,2 E_{b,\tau} \left(\frac{t}{R} \right)^2 \cdot K \quad \text{ - по СП 52-117-2008*} \quad (1)$$

$K = f(R_2 / R_1) = 1$ т.к. радиусы равны; q – нагрузка по поверхности купола с учётом собственного веса; $q = 6,1 \text{ кН/м}^2$; $E_{b,\tau}$ – модуль деформации бетона при длительном действии нагрузки.

$$E_{b,\tau} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}} = \frac{30 \cdot 10^3}{1 + 2,5} = 8,57 \cdot 10^3 \text{ МПа};$$

$t = 8 \text{ см}$; R – радиус кривизны.

$$R = \frac{D^2}{8f} + \frac{f}{2} = 30,4 + 7,4 = 37,8 \text{ м};$$

Подставив значения в формулу (1), получим:

$$q \leq 0,2 \cdot 7,85 \cdot 10^3 \cdot 10^{-1} \left(\frac{8}{3780} \right)^2 = 7,03 \text{ кН/м}^2;$$

$6,1 \text{ кН/м}^2 < 7,03 \text{ кН/м}^2$ – устойчивость обеспечена.

Самая большая оболочка положительной гауссовой кривизны размером 102x102 м построена в Челябинске. Эта оболочка сборная, плиты коробчатые с переменной толщиной полки от 5 до 100 мм. Опорные угловые зоны выполнены монолитными. Контур оболочки представляет собой брус, опёртый на стойки с шагом 6 и 12 м [2]. Наиболее масштабной конструкцией с оболочкой отрицательной гауссовой кривизны является рынок в Туле (106x106 м). Она также выполнена сборной, из плит в форме гиперболического параболоида. Такие покрытия часто называют гипарами [2].



Рис.2. Спортивный зал « Дружба »

В Москве построено несколько составных оболочек. Это универсальный спортивный зал в Лужниках, Даниловский рынок. Эти покрытия имеют переменную кривизну по поверхности и особенную архитектурную выразительность [2]. Складка Курского вокзала несомненно украшает нашу столицу. Она представляет собой двухконсольную балочную конструкцию трапецидального профиля длиной 45 м, пролётом 27 м и две консоли: 12 м и 6 м. Толщина стенок составляет от 85 до

150 мм, а толщина днища – 100 мм. Конструкция предварительно напряженная [2].



Рис.3. Даниловский рынок

Большой интерес представляет бочарный свод, перекрывающий здание пролетом 96 м, построенное в Санкт-Петербурге. Покрытие представляет с собой систему сборных многоволновых оболочек положительной гауссовой кривизны. Смежные оболочки имеют общий бортовой элемент и общую затяжку. Оболочки опираются на колонны, заделанные в фундаменты [2]. И еще одно покрытие – висячие оболочки пролетом 102 м, построенная в Красноярске. Покрытие сборное из плит 1.5x1.5 м, опирающихся на ванты $\varnothing 40$ А-Шв. Эти ванты мы рассчитали, как параллельные на полную нагрузку, и у нас также получился $\varnothing 40$, расчетное сопротивление мы приняли для арматуры А-Шв по СНиП 2.03.01-84*. По некоторым покрытиям мы нашли в литературе расходы бетона и арматуры. В сравнении с плоскостными конструкциями пространственные конструкции по расходу материалов несомненно более экономичны и поэтому таким конструкциям принадлежит будущее.

Таблица 4

Наименование конструкции	Расход материалов на 1 м ² площади пола	
	Бетона, см	Стали, кг
Сферическая оболочка 102x102м в Челябинске	20.2	31
Оболочка отрицательной гауссовой кривизны 106x106м в Туле	22	35
Свод оболочка бочарного типа пролетом 96 м в Санкт-Петербурге	15.5	28.1
Складка Курского вокзала длиной 45м	15.3	17
Висячая оболочка с размерами 84x102м в Красноярске	23.3	36.3

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 52-117-2008* Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий.
2. *Миронков Б.А.* Каталог рекомендуемых типов пространственных конструкций для общественных зданий с большими пролетами. Л., Стройиздат, Ленингр. Отд-ние, 1977, 160с.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НАПРЯЖЕННО - ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛА
СОПРЯЖЕНИЯ КОЛОННЫ С БЕЗБАЛОЧНЫМ БЕСКАПИТЕЛЬНЫМ
МОНОЛИТНЫМ ПЕРЕКРЫТИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПК ЛИРА-САПР**

Объектом исследования в настоящей работе является стык колонны и безбалочного бескапительного перекрытия. В статье рассматривается эксперимент, демонстрирующий распределение усилий, возникающих в узле, а также действительные деформации плиты перекрытия.

В качестве расчетного случая используется участок плиты перекрытия над первым этажом (рис. 1).

Для создания экспериментальной модели были использованы объемные (тип 36 – универсальный пространственный восьмиузловой изопараметрический КЭ) и стержневые конечные элементы, которые моделируют совместную работу бетона и арматуры.

На плиту перекрытия и сечение колонны были приложены постоянные, временные и полезная нагрузки.

Описание расчетной схемы:

- шаг разбиения на КЭ – 0,05 м;
- толщина плиты перекрытия – 250 мм;
- размер колонны – 600х600 мм;
- вылет консоли плиты – 3000 мм;
- арматура плиты перекрытия Ø12 А500 шаг 200 мм, колонны 20Ø32 А500;
- модуль упругости бетона плиты перекрытия (В35): $E = 0,3E_n = 0,3 \times 3,45 \times 10^7 = 1,04 \times 10^7$ кН;
- модуль упругости бетона колонны (В40): $E = 0,6E_n = 0,6 \times 3,6 \times 10^7 = 2,16 \times 10^7$ кН;
- коэффициент Пуассона $\nu = 0,2$;
- расчетное значение плотности $R_0 = 27,5$ кН/м².

Окончательная расчетная модель имеет следующие характеристики:

- число узлов расчетной схемы – 110937;
- число элементов – 109120.

В результате расчета были получены изополя напряжений, возникающие в плите перекрытия и колонне. Из полученных результатов

видно, что в зоне сопряжения плиты перекрытия с колонной возникают концентрации напряжений.

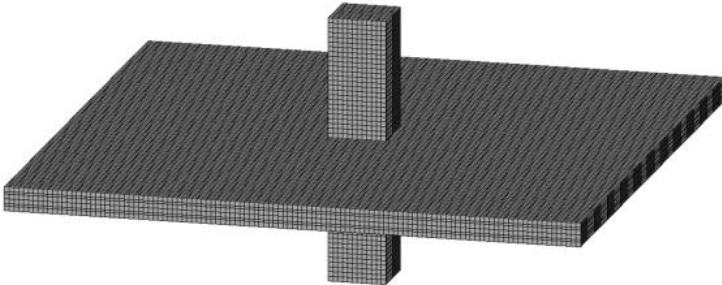


Рис. 1. Модель узла

На рис. 2 напряжения показаны в сечении узла, на котором видно, где они принимают наибольшие значения. Максимальные перемещения плиты перекрытия см. рис. 3.

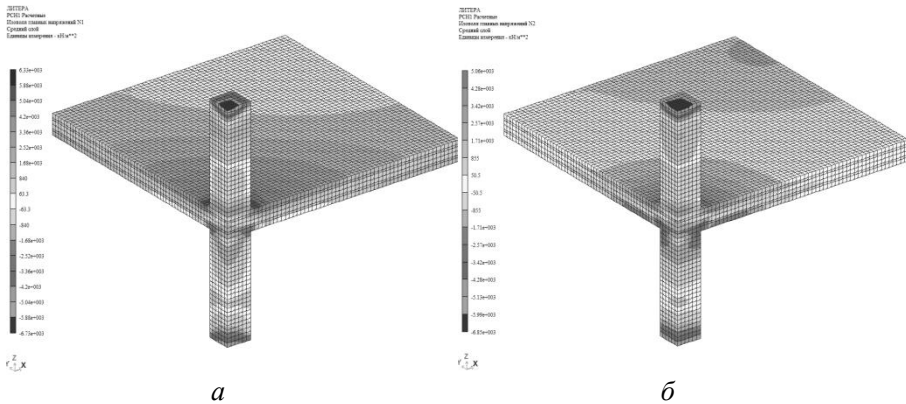


Рис. 2. Напряжения в узле сопряжения:
 а) Изополя главных напряжений N1,
 б) Изополя главных напряжений N2

Таким образом можно сделать вывод о том, что случай моделирования колонны и плиты перекрытия объемными элементами дает более точное определение поперечных сил в пропорной зоне плиты.

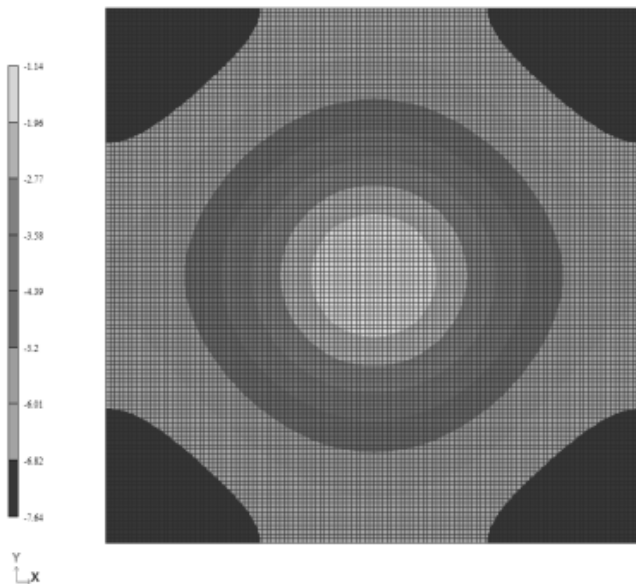


Рис. 3. Изополя перемещений по Z(G)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Барабаш М.С., Рождественский В.Б.* ЛИРА-САПР. Верификационный отчет. Том 3. Москва, 2015.
2. *Калинин В.М., Сокова С.Д., Топилин А.Н.* Учебник для студентов средних специальных учебных заведений, обучающихся по специальности 2902 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений». Сер. Среднее профессиональное образование. Москва, 2012.
3. *Городецкий А.С., Евзеров И.Д.* Компьютерные модели конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2009.
4. *Анишин Л.З., Сёмкин В.В., Шапошников А.В.* Проектируем здания. – М.: Издательство АСВ, 2015.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТОПИЛЬНЫХ ФЕРМ

В нашей стране существует большое количество промышленных зданий. На некоторых из них находятся действующие предприятия, многие не используются в том числе и по причине непригодности строительных конструкций. Из-за длительной эксплуатации элементы промышленных зданий подвергались разнообразным неблагоприятным воздействиям. По прошествии большого количества лет в цехах и производствах менялось их функциональное назначение, что является фактором для увеличения нагрузки на конструкции зданий и в частности стропильных ферм. После долгого срока эксплуатации в стропильных фермах зачастую можно обнаружить различные дефекты и повреждения. Причинами дефектов как правило являются изыскатели, проектировщики, строители и работники, принимающие здания в эксплуатацию ненадлежащей квалификации, а также небрежность этих лиц. Возникновение дефектов может быть вызвано также ошибками проектирования или строительства в сложных условиях. Смена технологии производства на промышленных предприятиях тоже имеет сильное влияние на условия для образования дефектов и повреждений.

В настоящее время требуют обследования и усиления конструкций большое количество промышленных предприятий, либо не действующих на данный момент, либо требующих немедленного восстановления и усиления. Большинство таких сооружений строилось по старым нормам и в соответствие старым требованиям. В сборных стропильных железобетонных фермах усиливаются следующие конструктивные элементы: опорный узел; раскосы, стойки; верхний и нижний пояса фермы. Метод усиления отдельных элементов железобетонных ферм определяется исходя из действующих в них усилий. Для более эффективной работы растянутые пояса и раскосы усиливаются преднапряженными элементами. Для усиления узлов стропильных ферм целесообразно устройство железобетонных обойм. Узлы при этом армируются каркасами, а бетонирование целесообразнее проводить методом торкретирования. Так же возможно усиление металлическими предварительно напряженными хомутами или обоймами. При усилении стоек и раскосов ферм устанавливают преднапряженные металлические стержни или уголки. Для верхних поясов ферм используют усиление обоймами.

Если же в стропильной ферме поврежден не один конкретный элемент, а требуется усиление всей конструкции, то наиболее целесооб-

разным решением являются преднапряженные цепи, устанавливаемые в один или два ряда.

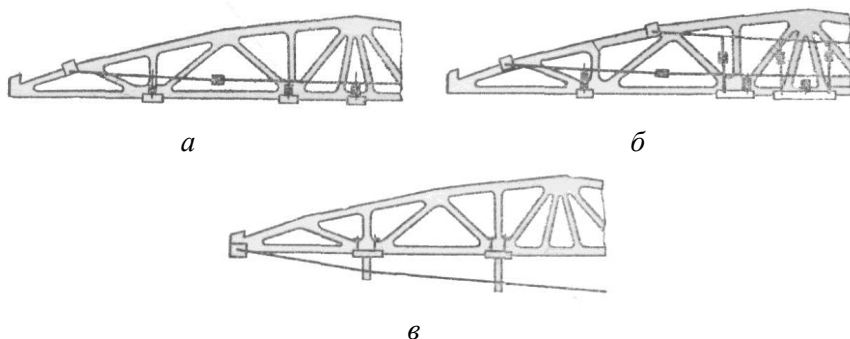


Рис. 1. Усиление стропильной железобетонной фермы преднапряженными цепями: а) Цепь, расположенная в пределах высоты фермы, б) цепь, расположенная ниже конструкции, в) цепи, установленные на 2 уровнях

Как правило, усиление производится шарнирно-стержневыми цепями, а также тросами. Эти элементы крепятся посредством анкерных устройств фермы. Материалом для этих анкерных устройств служит сталь профилированная или листовая. Устанавливаются на верхнем или нижнем поясе ферм в непосредственной близости от ее узлов.

Соединение предварительно напряженных элементов усиления с нижним поясом фермы осуществляется посредством вертикальных стержней из круглой стали, присоединяемых к анкерным устройствам.

Для совместной работы всей конструкции в элементах усиления создается предварительное напряжение. Трещины в нижнем поясе фермы частично закрываются, а часть нагрузки с нижнего пояса передается на стойки и раскосы фермы. На период усиления в узлах ферм устанавливаются временные промежуточные сварные опоры решетчатого типа или опоры из прокатного профиля.

Эффективным методом усиления стропильной фермы является усиление композитными материалами, такими как ленты из углеволокна. Этот метод отличается простотой монтажа и малыми трудозатратами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шагин, А.Л.; Бондаренко, Ю.В.; Гончаренко, Д.Ф. Реконструкция зданий и сооружений. 1991, 352 с.

2. Бедов А.И., Сапрыкин, В.Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений: Учебное пособие. М.: Изд-во АСВ. 1995 – 192 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ, УСИЛЕННЫХ СИСТЕМОЙ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ ПРИ МНОГОЦИКЛОВОЙ НАГРУЗКЕ

В 2014 году впервые был введен свод правил, распространяющийся на проектирование усиления и восстановления железобетонных конструкций зданий и сооружений системой внешнего армирования композитными материалами [1]. С целью подтверждения положений действующего СП, а также продолжения исследований напряженно-деформированного состояния изгибаемых железобетонных элементов, усиленных системой внешнего армирования полимерными композитными материалами на основе углеволокна, при действии динамических нагрузок по заказу ООО «Нанотехнологический центр композитов» были проведены испытания экспериментальных образцов на базе ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет».

Экспериментальные образцы представляли собой сборные железобетонные перемычки 5ПБ 25-27, которые имели следующие габаритные размеры – 2460мм×250мм×220мм. В качестве верхней арматуры применялась 2Ø10 А400, в качестве нижней 2 Ø12 А400. Поперечная арматура: на приопорных участках длиной 600 мм – 2Ø4/100 Вр-500, в средней части - 2Ø4/200 Вр-500. Класс бетона был определен по результатам измерения прочности бетона железобетонных балок методом отрыва со скалыванием. Фактическая средняя прочность бетона составляла 23,4 МПа, что соответствует классу В18,7. Для данного класса бетона расчетное сопротивление бетона на сжатие составляет 8,5 МПа.

Усиление опытных образцов с использованием системы внешнего армирования [2] на основе углеродного волокна включало в себя:

- образцы серии Ж -1 - на растянутую нижнюю поверхность при помощи валика наносился слой двухкомпонентного эпоксидного клея FibArm Resin 230+ для приклеивания углеродной ленты FibArm Tape 230/300, 2 шт.;
- образцы серии ЖУ-2 - на растянутую нижнюю поверхность при помощи валика наносился слой двухкомпонентного эпоксидного клея FibArm Resin 530+ для приклеивания углеродной ткани FibArm Tape 450/600, 2 шт.;

- образцы серии ЖУ-3 - на растянутую нижнюю усиливаемую поверхность с помощью ремонтного состава FibArm Repair FS наносилась углеродная сетка FibArm Grid HS 600/1000, 2 шт.;
- образцы серии ЖУ-4 - на растянутую нижнюю усиливаемую поверхность с помощью двухкомпонентного эпоксидного клея FibArm Resin Laminate+ приклеивалась углепластиковая ламель FibArm Lamel HS 14/100, 2 шт.

На концах изгибаемых железобетонных образцов серий ЖУ-1, ЖУ-2, ЖУ-4 элементы усиления анкеровались двумя поперечными U-образными элементами из композитного материала, наклеиваемых поверх продольных элементов усиления.

Испытания проводились согласно ГОСТ 8829-94. В ходе динамических испытаний образцов определялись:

- уровень нагрузки, соответствующий расчетной несущей способности образцов;
- прогиб образца на каждом цикле нагружения.

Количество циклов нагружения изгибаемых элементов составляло 1000 циклов с коэффициентом асимметрии 0,5. Уровень нагрузки для испытаний на многоцикловое динамическое воздействие принимался равным 55 кН, что соответствовало расчетной несущей способности образцов, полученных согласно СП 63.13330.2012 [3]. Нагрузка на образец прикладывалась ступенями по 10% от расчетной нагрузки на начальной стадии нагружения и по 5 % - на стадии близкой к разрушению.

В результате испытания была определена схема разрушения образцов. Предельное состояние неусиленных балок (серия ЖЭ, 2 шт.) наступало при достижении в сжатой зоне бетона и растянутой арматуры предельных значений. Разрушение образцов серии ЖЭ происходило по сжато-растянутому бетону с последующим раскрытием трещин в зоне чистого изгиба, разрывом арматуры растянутой зоны и выпучиванием арматуры сжатой зоны. Разрушение усиленных образцов происходило по сжато-растянутому бетону с последующим отслоением внешнего армирования вплоть до опорной зоны и выпучиванием арматуры сжатой зоны. Кроме того, разрушение образцов усиленных углепластиковыми ламелями сопровождалось разрывом U-образных поперечных лент на опорах.

В результате испытаний было установлено, что применение системы внешнего армирования для усиления изгибаемых железобетонных конструкций приводит к увеличению их несущей способности на 35-64%. Жесткость образцов всех серий как до, так и после 1000 циклов нагрузки не менялась. Пример деформирования образца серии ЖУ-3-2 в процессе циклического нагружения и последующего статического нагружения до разрушения приведен на рис. 1.

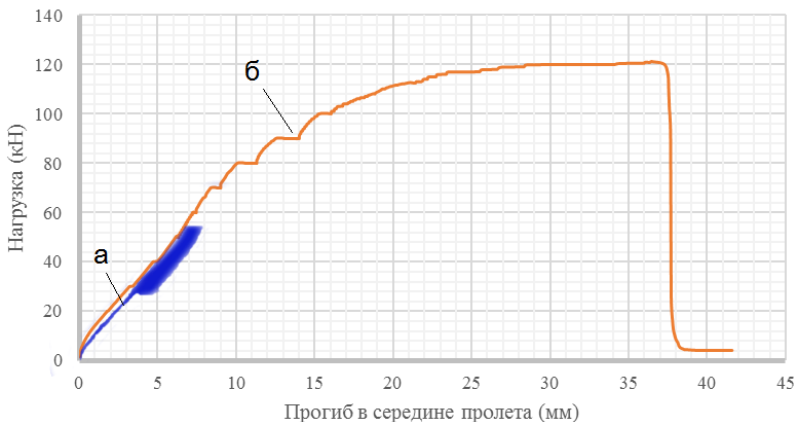


Рис.1. Диаграммы деформирования образца ЖУ-3-2:

а - при циклическом нагружении (1000 циклов);

б - при статическом нагружении после циклического нагружения .

Выводы:

1. Изгибаемые железобетонные балки эталонной серии ЖЭ разрушились при средней нагрузке в 74,115 кН. Несущая способность балок, усиленных системой внешнего армирования из композитных материалов на основе углеродного волокна FibArm увеличилась в среднем на 35-64%.

2. Многоцикловое нагружение изгибаемых железобетонных конструкций в количестве 1000 циклов с коэффициентом асимметрии 0,5, при нагрузке, соответствующей расчетной несущей способности образцов, не повлияло на их напряженно-деформированное состояние при последующем статическом нагружении до разрушения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования».

2. СТО 2256-002-2011. «Система внешнего армирования из полимерных композитов FibArm для ремонта и усиления строительных конструкций»/ АО «Препрег-СКМ».

3. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ПО СХЕМЕ КОНСОЛИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

При сейсмических воздействиях на здания и сооружения величина инерционных сил зависит от частот собственных колебаний. Их определение является наиболее трудоемким этапом расчета.

В общем случае для определения сейсмических нормами рекомендуется использовать пространственные расчетные динамические модели конструкций [1]. Однако для простых в плане сооружений расчетные сейсмические нагрузки допускается определять на основе расчетной динамической модели (рис. 1 а) в виде невесомой консоли, в которой массы этажей сосредоточены в уровне перекрытий.

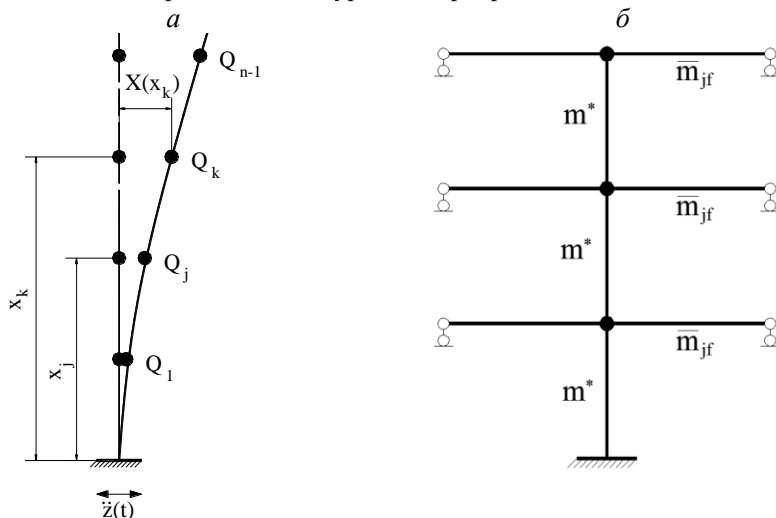


Рис.1. Консольная расчетная модель многоэтажных зданий:
а – невесомая консоль с сосредоточенными массами,
б - консоль с распределенной массой стоек и сосредоточенными
массами этажей

В. И. Жарницким для рамных каркасов предложена усовершенствованная консольная модель, учитывающая распределенную массу вертикальных несущих конструкций (стоек) m^* и влияние ригелей на колебания рамы (рис. 1, б). Собственные частоты консоли определяются на основе вариационного принципа Релея:

$$\omega^2 = \frac{\Pi_0(F)}{K_0(F)} = \frac{(\alpha_i \cdot l)^4}{l^4} \cdot \frac{B_i}{m_i},$$

где Π_0 – потенциальная энергия, а K_0 – кинетическая энергия колебаний консоли, l – длина консоли, α_i – частотный коэффициент, B_i – приведенная жесткость консоли, m_i – эквивалентная масса консоли.

$$B_i = B^* \cdot \left(1 + \frac{144 \cdot (d+1)}{(\alpha_i \cdot l)^2} \cdot \left(\frac{\bar{B}}{B^*} \right)^2 \cdot \left(\frac{l}{\bar{l}_f} \right)^2 \cdot \sum_{j=1}^k D_{lij}^2 \cdot \frac{\Delta_{if}^2 \cdot \int_0^S \Phi_C^2 dx}{l} \right. \\ \left. + d \cdot \frac{48}{(\alpha_i \cdot l)^2} \cdot \frac{l}{\bar{l}_f} \cdot \frac{\bar{B}}{B^*} \cdot \sum_{j=1}^k D_{lij}^2 \cdot (1 - \bar{\Delta}_{if}^2) \right),$$

$$m = m^* \cdot \left(1 + d \cdot \frac{4}{H_i} \cdot \frac{\bar{l}_f}{l} \cdot \sum_{j=1}^k \left(\frac{\bar{m}_j}{m^*} \cdot D^2(\alpha_i \cdot x_j) + \right. \right. \\ \left. \left. + d \cdot \frac{0.0190476}{H_i} \cdot \left(\frac{\bar{l}_f}{l} \right)^3 \cdot \sum_{j=1}^k \frac{\bar{m}_j}{m^*} \cdot D_1^2(\alpha_i \cdot x_j) \right) \right),$$

где m^* , B^* – погонная масса и жесткость консоли, \bar{B} – жесткость перекрытия, d – количество пролетов, \bar{m}_j – погонная масса ригеля, \bar{l}_f – пролет ригеля, $D_{i,j}(\alpha_i \cdot x_j)$ – функция формы консольного стержня, а $D_1(\alpha_i \cdot x_j)$ – ее первая производная по координате, $\Phi_C(x)$ – форма эпюры моментов от изгиба стойки по сопутствующей форме на рассматриваемом участке протяженностью S , H_i – коэффициент, зависящий от формы колебаний консоли.

Данная модель учитывает потенциальную и кинетическую энергию изгиба ригелей, а также взаимное влияние стоек рамы и перекрытий. При этом углы поворота консоли и ригеля полагаются равными.

Для оценки точности вычисления собственных форм на основе модели В. И. Жарницкого и ее применимости для практических расчетов проведено сравнение периодов собственных колебаний, вычисленных для консольного стержня с распределенными параметрами, с периодами колебаний плоской рамы с распределенными массами.

На рис. 2. Представлены результаты расчета трехэтажной двухпролетной рамы пролетом 12 м и с высотой этажа 4.5 м. На графике показано отношение периодов собственных колебаний консоли и рамы для первых трех форм в зависимости от относительной жесткости перекрытия.

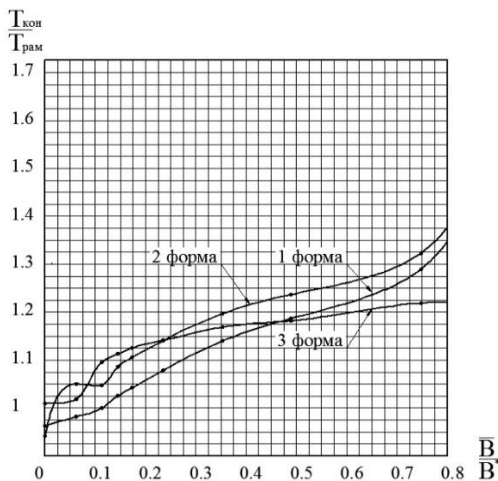


Рис.2. Зависимость между отношением периодов колебаний рамы и консоли с распределенными параметрами от относительной жесткости перекрытия

Как показали результаты расчетов, периоды, определенные по формуле В.И. Жарницкого, в целом выше, чем периоды плоской рамы. Разница между значениями частот возрастает с увеличением относительной жесткости перекрытий. Этот факт можно объяснить искажающим влиянием перекрытий на формы колебаний консоли (в пределах каждого этажа), что приводит к увеличению потенциальной энергии системы и не учтено при выборе форм собственных колебаний консоли.

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Приближенная формула дает удовлетворительные для практических расчетов значения частот собственных колебаний.
2. При меньшей относительной жесткости перекрытий точность формулы выше.
3. Значения частот по формуле Релея несколько занижены по сравнению с фактическими значениями.
4. Учет влияния перекрытий на изгиб стоек в пределах этажа позволяет сблизить значения частот.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах, актуализированная редакция СНиП II-7-81*», Москва, 2011 г.
2. Жарницкий В.И., Курнавина С.О. Сейсмический расчет зданий по схеме консоли с распределенными параметрами. Учебное пособие, - М., 2003 г.

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ В РАЗНЫЕ ПОСТРОЕЧНЫЕ ПЕРИОДЫ

Появление первых простейших сборных конструкций из железобетона относится к периоду с 1860 года по 1880 год. Такие конструкции были несовершенными, они проектировались интуитивно, так как принципы расчетов и проектирования железобетонных конструкций еще не существовали [1]. В 1898 году российский инженер С.М. Рудницкий опубликовал книгу «Железобетонные конструкции», где в качестве перекрытия рекомендовалось применять сборные железобетонные плиты, опертые по металлическим балкам. Плиты представляли собой плоскую прямоугольную конструкцию небольшого размера, снабженную арматурой из железной проволоки.

Первой предпосылкой к современным сборным железобетонным многопустотным плитам стала цементная доска с продольными каналами (система Штольте, 20-е годы XX в.), которая представлена на рис.1. Для уменьшения собственного веса плит перекрытий без ущерба для их прочности в части поперечного сечения элемента, имеющей меньшее значение усилий, стали устраивать продольные каналы. Плиты изготавливали под разные нагрузки из разного вида бетона. Например, для малых нагрузок – пемзобетон. Габариты такой доски были: длина – 2,5 м, ширина – 24 см, высота 5-12 см. При армировании использовали стальные прутья (два прута $\varnothing 7$ или 8 мм на каждую плиту). Применялись такие плиты только для покрытия крыш [2].

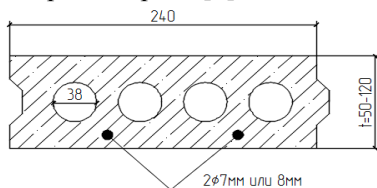


Рис. 1. Цементная доска с продольными каналами (система Штольте)

В СССР в 1949 в научно-исследовательской лаборатории треста «Строитель» Министерства строительства были разработаны пустотелые железобетонные перекрытия из однопустотных балок (см. рис. 2), которые стали прототипом современных многопустотных плит пере-

крытий. Габариты такой балки составляли: длина – 5560 мм, ширина – 270 мм, высота – 210 мм [3].

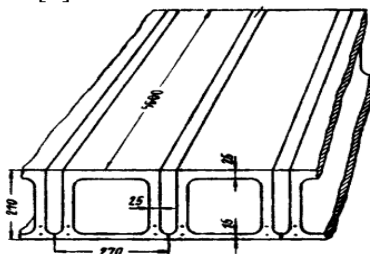


Рис. 2. Однопустотная балка

К началу реализации первого семилетнего плана развития народного хозяйства СССР (1959-1965 гг.) в области сборных железобетонных конструкций имелись уже значительные успехи. В этот период были поставлены на поток производство и строительство жилых домов из укрупненных элементов, в том числе панелей перекрытий, которые уже приобрели современный вид (см. рис. 3).

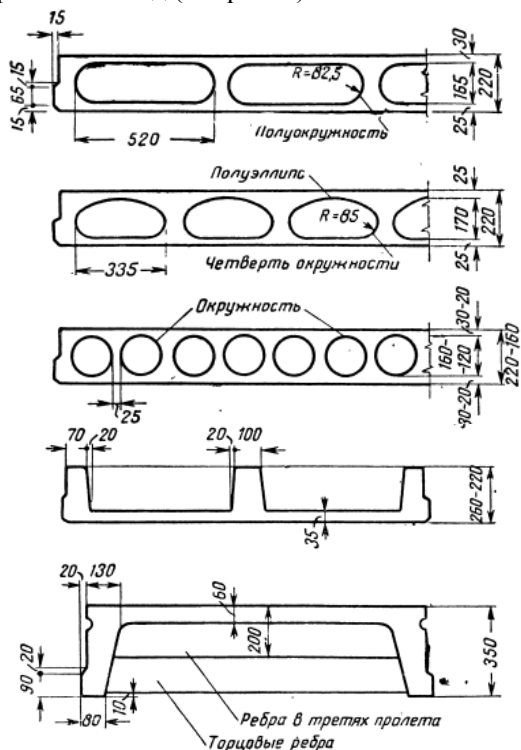


Рис. 3. Поперечные сечения панелей перекрытий

С целью уменьшения веса такие панели проектировались пустотными или с выступающими поперечными ребрами. Облегчение конструкций происходило путем изъятия бетона из растянутой зоны поперечного сечения. Для размещения сварных каркасов оставляли лишь ребра необходимой ширины [4]. Панели армировались сварными сетками и сварными каркасами из холоднотянутой проволоки или из горячекатаных сталей периодического профиля.

В зависимости от конструкций заводских пустотообразователей панели изготавливались с различными по форме пустотами: круглыми, овальными и др. [4].

В 90-е годы строительство из сборного железобетона в России претерпело кризис в связи с развалом плановой экономики и некоторыми отрицательными факторами, присущими сборному железобетону, такими как: ограничение в архитектурно-планировочных решениях, недостаточная теплоэффективность ограждающих конструкций и др. [5].

На сегодняшний день технологии по изготовлению элементов из сборного железобетона ушли далеко вперед. В первую очередь было улучшено качество выпускаемой продукции и увеличено разнообразие изделий. Также в больших масштабах начали применять предварительно напряженную арматуру для армирования плит, что позволяет экономить металл и бетон путем уменьшения сечения самой конструкции.

В заключение стоит добавить, что сборный железобетон снова набирает популярность, так как строительство из такого материала менее трудоемко, чем из монолитного бетона, уменьшается риск получения некачественной конструкции, так как все элементы изготавливают на заводах под пристальным наблюдением специалистов.

Знание конструктивных решений сборных перекрытий прежних построечных периодов позволяет эффективно проводить обследование технического состояния зданий старой постройки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. История железобетона - Режим доступа: <http://projserv.ru/article-15a.html>.
2. Германский справочник, часть II «Железобетон» - «BETON – KALENDER», кооперативное издательство «СЕВЕР», Москва, 1934 г.
3. *П.А. Макаров, Е.С. Цейтлин* Формовочные установки для производства многпустотных железобетонных изделий - Государственное научно-техническое издательство, Москва, 1961 г.
4. *В.И. Мурашев, Э.Е. Сигалов, В.Н. Байков* Железобетонные конструкции - государственное издательство, Москва, 1962 г.
5. История железобетона - Режим доступа: http://www.stroitel'naja_tehnologija_sbornoego_zhelezobetona.html;

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ВОЗНИКАЮЩИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Эта работа нацелена на продвижение в направлении изучения вопроса влияния возникших повреждений на динамические характеристики зданий и сооружений. Поставленная тема была рассмотрена в работах Жарницкого В.И., Алипура М.А. и Андреевой П.И. [1, 2].

Вопрос сейсмостойкости зданий носил эмпирический характер вплоть до начала XX-го века до землетрясений в Ноби (1901) и Сан-Франциско (1906).

Землетрясение представляет из себя ряд последовательных колебательных возмущений. Первое сильное землетрясение называется основным толчком или форшоком, а последующие – афтершоками [3].

Для железобетонных зданий характерны следующие виды разрушений. Слабым местом железобетонного каркаса являются узлы, так как в них возникают значительные изгибающие моменты и поперечные силы. Узлы соединения ригелей со стойками каркаса без усиления в виде вуттов могут получать сильные повреждения. Это в свою очередь приведет к превращению рамы в шарнирную систему, иными словами поменяется расчетная схема здания. Для крупнопанельных зданий чувствительными к сейсмическим воздействиям являются места стыковых соединений панелей между собой и с перекрытиями. При недостаточном количестве связей стыковых соединений или их полном отсутствии может произойти взаимное смещение панелей, их отклонение от первоначального положения, раскрытие вертикальных стыков [4].

Из вышесказанного можно отметить следующее: каркасные здания обладают невысокой сейсмостойкостью и наверное только применение диафрагм жесткости более или менее увеличивают их сопротивляемость сейсмическим нагрузкам. В отличие от крупнопанельных зданий, которые являются достаточно сейсмостойкими. Это объясняется рядом причин: панели изготавливаются на заводе, где качество изготовления выше, чем на стройплощадке; смещение панелей вследствие землетрясения образует сухое трение, которое уменьшает амплитуды сейсмических колебаний; панельные здания имеют сравнимо большую жесткость, следовательно обладают малыми периодами собственных колебаний.

Увеличение сечений, объединение элементов между собой для повышения жесткости конструкций, повышение жесткости узлов сопряжения элементов, устройство дополнительных связей и диафрагм жест-

кости – основные подходы по увеличению сейсмостойкости существующих зданий.

Данный вопрос актуален не только для существующих зданий, понесших некий урон от сейсмического воздействия, но и для зданий, построенных без учета требований нормативных документов по строительству в сейсмически опасных районах.

Выбор расчетной схемы для здания с учетом существующих повреждений является одной из основных проблем. Нужно понять насколько сильно влияет урон, например, возникший от землетрясения, на работу конструкций и на здание в целом. Конечно в настоящее время, в реальном проектировании проектировщик вынужден использовать упрощающие гипотезы, учитывающие заведомо самые невыгодные условия эксплуатации.

Под повреждениями может подразумеваться развитие упругопластических деформаций [1], полный или частичный отказ каких-то отдельных элементов (колонна, несущая стена), снижение жесткости (т.е. снижение модуля упругости материала) в виде ослабления сечения, например, колонны [2].

Ниже представлена простейшая модель каркасного железобетонного сооружения созданная в ПК Robot Autodesk. Последовательно моделировались следующие ситуации: уменьшались поперечные сечения и жесткость центральной колонны крайней оси, угловой колонны и центральной колонны средней оси. Конкретно исследовалась частота при которой появляется первая форма колебаний.

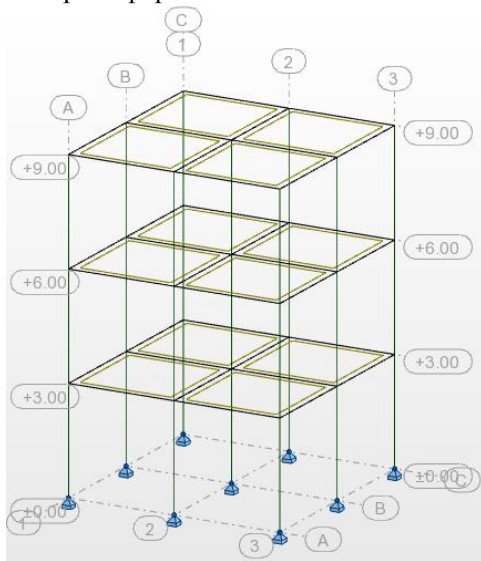


Рис. 1. Конечно-элементная модель

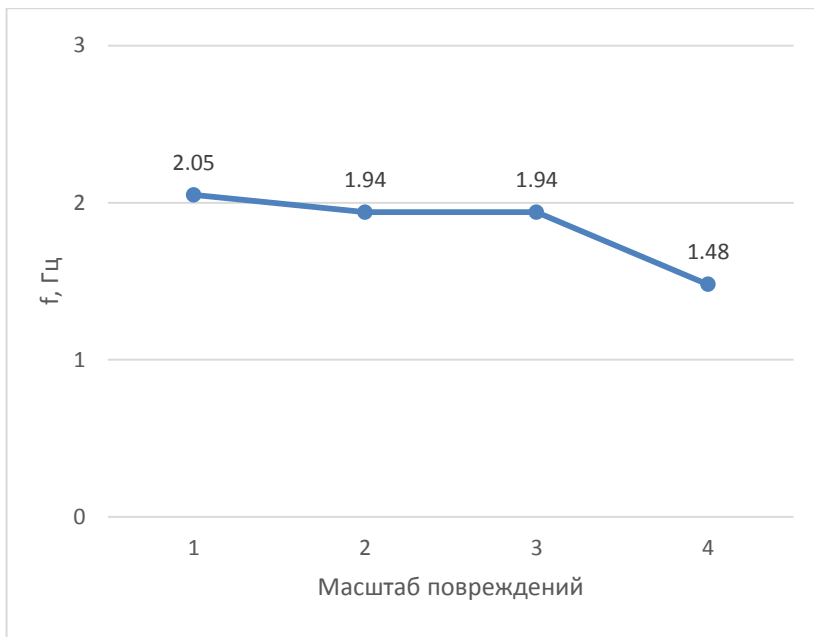


Рис. 2. График зависимости между частотой наступления 1 формы колебания и величиной повреждений

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жарницкий В.И., Алипур М.А.* Сейсмостойкость железобетонных конструкций с учетом развития повреждений. Вестник МГСУ, № 2-1, 2011.
2. *Андреева П.И.* Методика расчета сейсмостойкости железобетонных зданий и сооружений при повторных землетрясениях с учетом локальных повреждений. Автореферат. МГСУ, 2016.
3. *Гаскин В.В., Иванов И.А.* Сейсмостойкость зданий и транспортных сооружений: учебное пособие. - Иркутск: ИрГУПС, 2005. - 76 с.
4. *Саркисов Д.Ю.* Сейсмостойкость зданий и сооружений: учеб. пособие для студентов специальности 271101 «Строительство уникальных зданий и сооружений» / автор-составитель Д.Ю. Саркисов. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – 156 с.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ, УСИЛЕННЫХ МЕТОДОМ НАРАЩИВАНИЯ СЕЧЕНИЯ

В настоящее время, важной составной частью экономической политики страны является курс на реконструкцию и техническое перевооружение действующих промышленных предприятий. При проектировании и строительстве промышленных объектов обычно учитывали дальнейшее их расширение, однако, длительная практика показала, что невозможно предугадать все изменения, которые возникают в процессе эксплуатации. Усовершенствование и изменение технологических процессов повлекло за собой замену и переустановку оборудования и аппаратуры для применения новых технологий, в соответствии с более рентабельными и рациональными схемами производства, что во многих случаях может увеличить полезные нагрузки на несущие конструкции.

В практике встречаются примеры переоснащения зданий, когда при расширении и реконструкции производств, приходится переделывать конструкции цехов, пристраивать или надстраивать этажи, использовать смежные строительные элементы конструкций и передавать на них непредусмотренные нагрузки. [1]

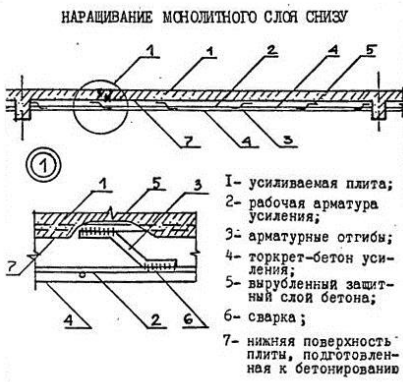
Одним из изменяемых при реконструкции железобетонных элементов в промышленных зданиях и сооружениях являются монолитные железобетонные плиты перекрытия. В настоящее время для их усиления используют различные методы, но существует 2 основных способа: - без изменения первоначальной статической схемы и напряженного состояния; - с изменением напряженного состояния. [2]

Широко применяемым способом усиления и восстановления железобетонных элементов является одностороннее наращивание при одновременном добавочном армировании, предложенная И.М.Литвиновым после экспериментальных исследований по изучению сцепления нового бетона со старым в ЦНИМПМС, проведенная в 1933-1935 годах. Этот способ получил распространение не только в России, но и за границей. [3]

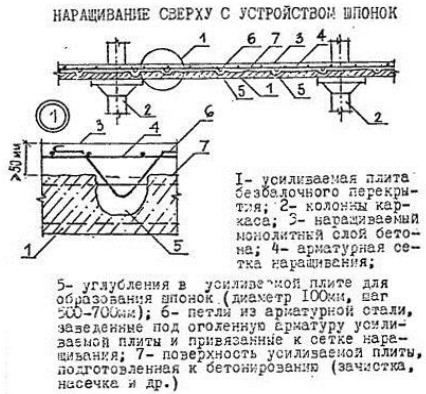
Выполнение такого рода конструкций усиления связано с необходимостью сращивания старого и нового бетона, причем от прочности и надежности этой связи зависит реконструкция или восстановление по созданию составного сечения элемента из бетона двух разных возрастов.

Новый слой бетона укладывают как сверху, так и снизу, также применяется метод укладки нового слоя бетона в существующей плите: на определенном расстоянии пробивают отверстие, в которое закладывают арматурные коротыши [4].

Данное соединение образует железобетонную шпонку, способную воспринять касательные напряжения, действующие в плоскости соприкосновения. (рис. 1)

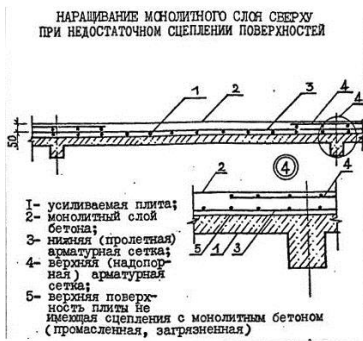


a

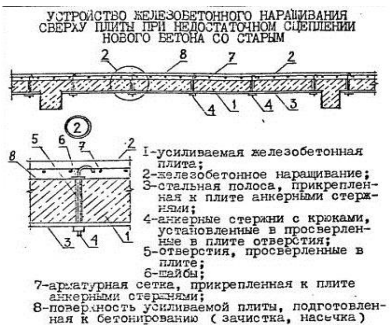


б

Рис 1. Примеры наращивания монолитного слоя снизу (а) и сверху (б).



a



б

Рис 2. Наращивание монолитного слоя при недостаточном сцеплении поверхностей (а, б).

Важным фактором данного усиления является сцепление старого и нового бетона. Сцепление нового бетона со старым может колебаться в достаточно широких пределах- от полного монолитного до 40% от нее.

Прочность сцепления зависит от разных факторов: от условий укладки бетона, методов уплотнения, обработки поверхности сопряжения и т.п. Для решения этой проблемы применяют бетоны пластичной консистенции, которые показали наилучшие результаты в удобоукладываемости при применении бетонов с осадкой конуса 5-10см. [2]

Все вышеописанное говорит о том, что данный метод усиления конструкции открывает новые возможности для развития материалов и методов для его применения не только в промышленных зданиях и сооружениях, но и в жилых и гражданских. Новые конструктивные решения помогут облегчить не только процесс производства работ, но и затраты как финансовые, так и трудовые.

Так же на основании исследований прошлых лет, можно сформулировать новый метод решения данной задачи. В итоге, актуальность данной темы очень велика. Изучение вопроса работы железобетонных плит перекрытия, которые усилены методом наращивания сечения, поможет в последующих реставрационных работах в зданиях и сооружениях нашей страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями) НИИЖБ им.А.А.Гвоздева - институт ОАО "НИЦ "Строительство". 152с
2. *Н.М.Онуфриев*. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. М.:Стройиздат.1965. 340с.
3. Рекомендации по усилению монолитных железобетонных конструкций зданий и сооружений горнодобывающей промышленности. М.:Стройиздат, 1992.191с.
4. *Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И.* Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий.//атлас схем и чертежей. Томск.1990.320с

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ОСАДОК С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНЫХ ПРОГРАММ PLAXIS И SAFE (СИСТЕМ CSI) ДЛЯ ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА

Смотрим примерный плит: плитный фундамент размером 16,5x21,5м, толщиной 0,5м. Значения нагрузок показывают на рис.1.

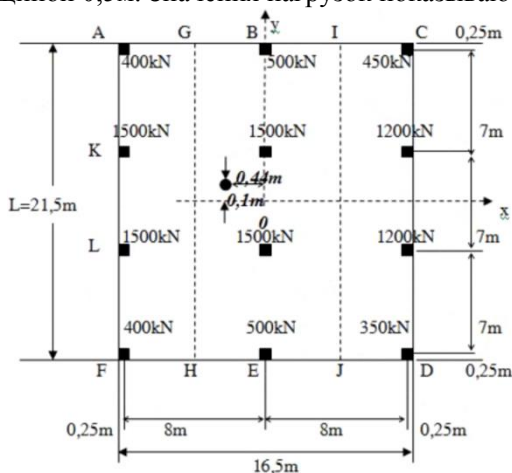


Рис. 1. Примерный плит фундамента размером 16,5x21,5м

Результаты расчетов осадок после запуска программы PLAXIS и SAFE показывают соответствующие рис. 2 и рис. 3

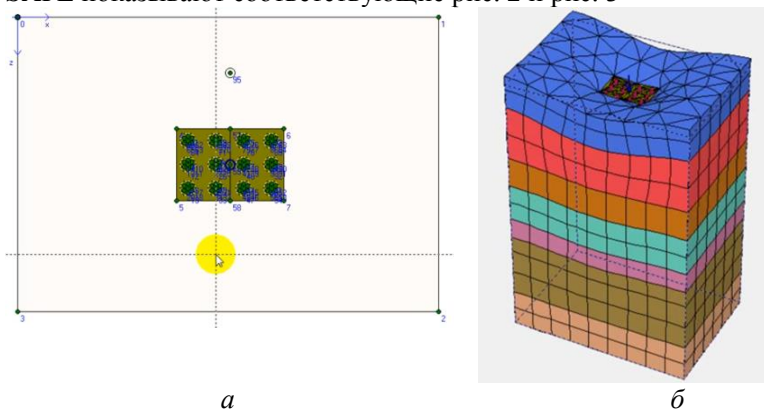


Рис. 2. а) Моделирование плит фундамента с 2 скважиной с помощью PLAXIS, б) Результат расчета осадки: $s=49,76\text{мм}$

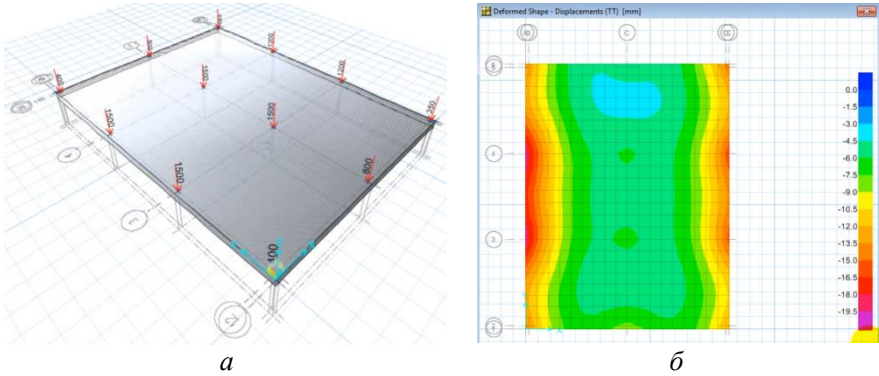


Рис. 3. а) Моделирование плит фундамента с помощью SAFE (систем CSI, б) Результат расчета осадки: $s=19,50\text{мм}$

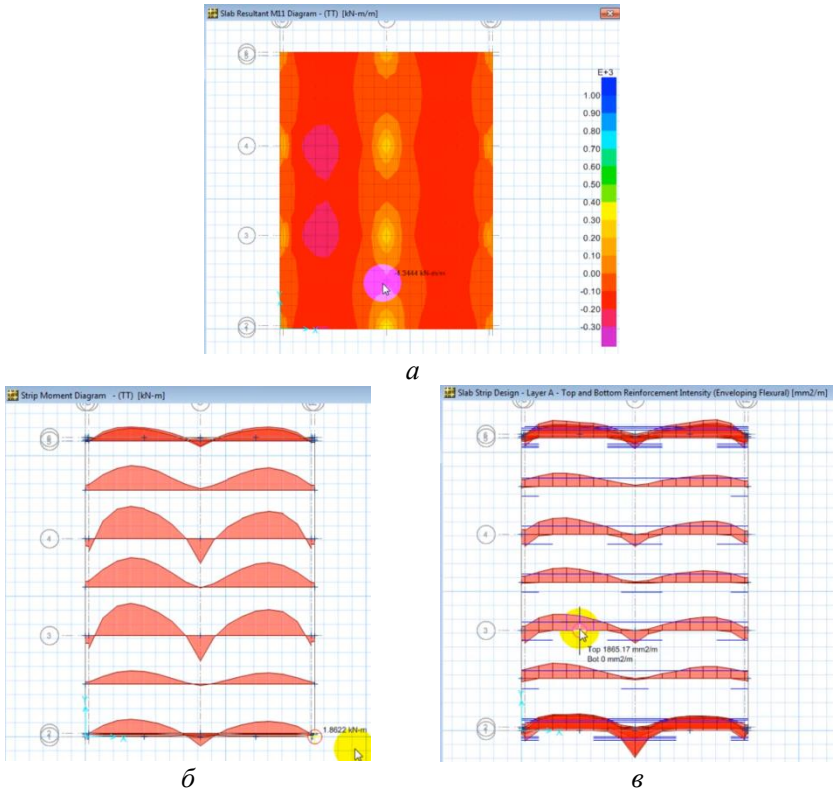


Рис. 4. а) моменты по оси X, б) моменты M_x по каждой полосе с шагом 3,5м, в) армирование по оси X по каждой полосе с шагом 3,5м

Как получается, осадка по SAFE $\approx 0,02$ м меньше чем результата осадки по PLAXIS $\approx 0,05$ м потому что алгоритм программы SAFE считается основание под плитный фундамент как систем пружины (закон Гука). Иначе, программа PLAXIS рассматривается основание в качестве линейной системы (разделения поверхности основания на бесчисленные мельчайшие частицы, расположенные непрерывно под фундаментом и чем глубже, тем более твердость и плотнее грунта).

Вывод:

- PLAXIS рекомендуется использовать для расчета осадок на проектирование фундамента, если такое значение осадки в допустимом диапазоне, тогда размер плита фундамента – целесообразный

- SAFE рекомендуется использовать для анализирования усилений в плит фундамента (разделить плит на несколько полосок с шагом обычно 1м и экспорт значения момент M_x и M_y по каждой полосе и предлагать планы армирования – рис. 4)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Joseph E. Bowles. Foundation Analysis and Design.*// McGraw-Hill international Book Company, 1958. №1. 349-374с.

2. СП 4/ 0/ 1// 3- Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – 2005. – 130с

*Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА Ленюк А.М.
Научный руководитель - проф., д-р техн. наук, проф. О.В.Кабанцев*

МЕТОДЫ РАССЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ НДС НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВРАМКАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

В традиционной расчетной технологии принимаются неизменными основные параметры модели: набор элементов, геометрические и жесткостные характеристики, связи с внешней средой, нагрузки. Однако, эта модель не отражает реальных условий формирования деформационных характеристик грунта при нагружении конструкций здания кратковременными нагрузками. Анализируя, становится ясно, что реальные конструкции ведут себя иначе, они существуют в различных режимах: возведения, эксплуатации, особых воздействий, деградации конструкции, что как раз не проявляется в традиционном расчете.

Предлагаемый новый метод решения, заключается в том, что каждое последующее состояние сооружения наследует те деформации и уси-

лия, которые реализовались на предыдущих стадиях. Общий принцип состоит в последовательном рассмотрении сменяющих друг друга вариантов расчетной модели сооружения, т. е. внесение изменений в модель конструкции для учета реальных условий ее работы вследствие изменения различного рода факторов. Известно, что система наследует напряженное состояние при переходе от одного этапа к другому. Данный подход обеспечивает учет взаимовлияния расчетных ситуаций, когда часть напряженно–деформированного состояния системы инициируется одной ситуацией и наследуется другой, что более корректно в отличие от традиционного расчета. Важно понимать, что режим нагружений может менять характеристики внешних связей, как это происходит при расчете на кратковременные нагрузки, когда следует учитывать не секущий модуль деформации, а его касательный модуль упругости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения
2. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений
3. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах
4. *Вайнберг А.И.* Плоская задача теории упругости для возводимого массива на упругом основании // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1969, №5 – 43-48 с.
5. *Вознюк А.Б., Капустян Н.К., Тараконовский В.К., Климов А.Н.* Мониторинг в процессе строительства напряженно – деформированного состояния несущих конструкций и грунтов основания высотных зданий в Москве. Вып. 73. – 461-467С.
6. *Перельмутер А.В. Кабанцев О.В.* Анализ конструкций с изменяющейся расчетной схемой.
7. *Дятловицкий Л.И. Рабинович Л.Б.* Упругая задача для тел с изменяющейся в процессе загрузки конфигураций // Инженерный журнал, 1962. Том 2, вып. 2. – 287-297. С
8. *Ильичев В.А.* Плоская задача о штампе на упругом основании с учетом технология его возведения // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2008, №4 – 12-16. С.
9. *Перельмутер А.В. Сливкер В.И.* Расчетные модели сооружений и возможность их анализа.
10. *Карпенко Н.И. Карпенко С.Н. Травуш В.И.* О методах расчета высотных зданий и сооружений из монолитного железобетона на основе послышной детализации // Современной промышленное и гражданское строительство, 2011, Том 7, №3 – 149-163 С.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ СТЕНЫ В ГРУНТЕ, АРМИРОВАННОЙ БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ

Расчетное сопротивление грунта основания под подошвой фундамента.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_g \gamma'_{II} + M_c c_{II} \right]$$

$$R = \frac{1.2 \cdot 1}{1} \cdot (0.29 \cdot 0.3 \cdot 79.2 \cdot 18.8 + 2.17 \cdot 1.73 \cdot 19.3 + 4.69 \cdot 27) = 395$$

кПа.

Проверка среднего давления под подошвой фундамента :

$$P \leq R$$

где: R – расчётное сопротивление грунта основания под подошвой фундамента.

$$P = \frac{\sum N}{A} - \text{среднее давление под подошвой фундамента при основном}$$

сочетании нагрузок, КПа

$$P = \frac{\sum N}{A} = \frac{1829566 + 261367}{6336.16} = 330 \text{ кПа}$$

$$P = 330 \text{ КПа} \leq R = 395 \text{ кПа.}$$

Прогноз влияния строительства на здания окружающей застройки.

Исследование влияния строительства на изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива и, соответственно, на деформации основания наиболее полно может быть выполнено с помощью математического моделирования на ЭВМ методом конечных элементов с использованием нелинейных геомеханических моделей грунта. Расчеты проводились с использованием прочностных свойств грунта для второй группы предельных состояний в ПК PLAXIS.

В результате проведения расчета получено, что прогнозируемая величина дополнительной осадки фундаментов существующего здания от влияния строительства проектируемого здания составляет 1,2 см, а величина относительной разности осадок – 0,0007. Полученные расчетом величины дополнительных деформаций не превышают максимально

допустимые, регламентированные МГСН 2.07-01 «Основания, фундаменты и подземные сооружения».

Геомеханическая модель грунтового массива для выполнения моделирования по расчетному сечению строилась на основе анализа инженерно-геологических разрезов и результатов лабораторных исследований физико-механических характеристик инженерно-геологических элементов.

Расчет «стены в грунте».

Расчет ограждения котлована для строительства 22-х этажного жилого дома были выполнены на ПК с помощью программы *WALL-3*.

Для расчетов конструкции по прочности принимались расчетные значения прочностных характеристик грунта c_1 и ϕ_1 по I группе предельных состояний.

Подпорная конструкция рассматривалась как гибкая балка, лежащая на идеально упруго-пластическом основании. В упругой стадии основание описывается коэффициентом постели Винклера, растущим линейно с глубиной и различным для участков стены выше и ниже уровня дна котлована. В пластической стадии величины предельных давлений грунта на подпорную конструкцию ограничиваются величинами активного или пассивного давления.

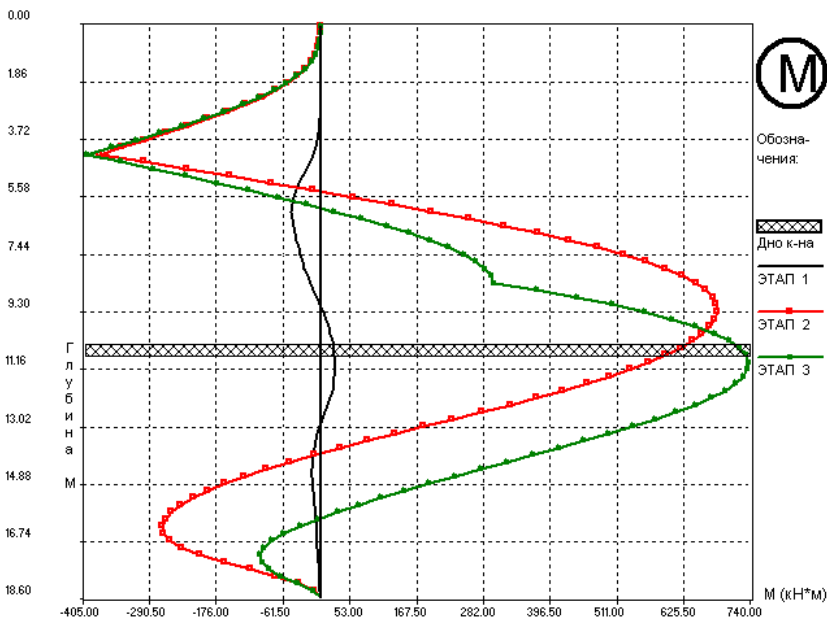


Рис.1 Эпюры изгибающих моментов по высоте «стены в грунте».

Подбор продольной рабочей арматуры «стены в грунте».
 Рабочая высота сечения $h_0 = h - a = 0,6 - 0,06 = 0,54$ м.
 Коэффициент α :

$$\alpha = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2} = \frac{736}{0,9 * 14500 * 1 * 0,54^2} = 0,193$$

Относительная высота сжатой зоны и коэффициенты:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,193} = 0,216$$

$$\zeta = 1 - 0,5 * \xi = 1 - 0,5 * 0,216 = 0,892$$

Граничная относительная высота сжатой зоны:

$$\xi_R = \frac{0.8}{1 + \frac{\varepsilon_{f,ult}}{\varepsilon_{b2}}} = \frac{0.8}{1 + \frac{0.00432}{0.0035}} = 0.358$$

$$\xi_{f,ult} = \frac{R_f}{E_f} = \frac{216}{50000} = 0,00432$$

$$R_f = \frac{\gamma_{f1} * \gamma_{f2} * R_{f,n}}{\gamma_f} = \frac{0.9 * 0.4 * 900}{1.5} = 216 \text{ МПа}$$

Условие $\xi \leq \xi_R$ выполняется, площадь растянутой продольной арматуры определяется по формуле:

$$A_f = \frac{M}{R_f * \zeta * h_0} = \frac{736}{216000 * 0,892 * 0,54} = 0,00707 \text{ м}^2 = 70,7 \text{ см}^2$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Степанова В. Ф., Степанов А. Ю. Неметаллическая композитная арматура для бетонных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 1. С. 45-47.
2. Свод правил СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. С изменением №1. М.: ФАУ «ФЦС», 2015. 163 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Вопрос строительства зданий, эффективных с точки зрения защиты от негативного воздействия землетрясений, остается актуальным и в настоящее время. Сложность в решении данной проблемы заключается в отсутствии эффективного способа предвидения природных стихий и их реальных характеристик и, как следствие, принятия методов гарантированной безопасности сооружений, жизни людей.

Анализ последних стихийных бедствий показал, что кроме построенных в ранние годы зданий серьезные деформации испытывают уже возведенные с учетом положений действующих на момент строительства сейсмических норм. Полностью исключить влияние землетрясений на сооружение не представляется возможным; в настоящее время подход в решении сейсмического вопроса сводится к проектированию зданий, препятствующих абсолютному разрушению или серьезным повреждениям отдельных его частей, и предложению мероприятий по уменьшению локальных повреждений.

В последние десятилетия специалисты в области сейсмостойкого строительства предложили большое количество экспериментальных конструкций и методов активной защиты зданий, некоторые из которых уже прошли апробацию в реальном строительстве, и с их использованием возведены десятки объектов. В настоящей статье мы резюмируем текущие тенденции в массовом сегменте строительства сейсмостойких зданий, в частности, основные принципы проектирования из монолитного железобетона. Современный подход к расчету и конструированию зданий в сейсмоактивных районах, основанный на результатах анализа последствий землетрясений, предписывает инженерам придерживаться определенных принципов при разработке проектов – эти принципы еще называют основополагающими при строительстве в указанных районах. Реализация этих подходов на практике осуществляется путем принятия определенных конструктивных решений, направленных на повышение пространственной жесткости и общей устойчивости зданий. К вышеуказанным принципам относятся:

1. Создание прямоугольных, квадратных или близких к форме круга в плане зданий или их разделение антисейсмическими швами по всей высоте на отсеки с очертаниями правильных фигур.

2. Симметричное и равномерное распределение масс конструкций по всему зданию. По возможности следует снижать собственный вес элементов каркаса, выбирать однородные по составу материалы, избегать использования излишне массивных конструкций или располагать наиболее нагруженные из них ближе к геометрическому центру этажа.

3. Действующими в стране нормами регламентируется расположение связей, диафрагм и ядер жесткости, предназначенных для восприятия расчетных горизонтальных воздействий. Они должны быть установлены симметрично в плане и на всю высоту сооружения. Количество элементов в каждую сторону устанавливается расчетом – минимум по одной для всех направлений действия сейсмической нагрузки.

4. Рассчитывать конструкции с учетом развития пластических деформаций в арматуре, особенно работающих на изгиб и сдвиг, как положительный фактор повышения местной сейсмостойкости.

5. Равную прочность всех узлов несущих элементов во всех направлениях для восприятия знакопеременных силовых воздействий. Все узлы каркаса усиливают сварными сетками, спиральями; в местах примыкания перекрытий и колонн предусматривают дополнительное армирование в виде замкнутых хомутов.

6. Проектирование работы конструкции по рамной схеме повышает жесткостные характеристики здания к сопротивлению в расчетных случаях, но не исключает выбор рамно-связевых схем, как одного из вариантов.

По типу несущих конструкций здания из монолитного железобетона проектируются: с несущими стенами в двух направлениях, коробчато-ствольными, рамно-ствольными с центральным ядром жесткости. Решения фундаментной части принимаются в виде сплошной монолитной плиты, либо свай при нескальных грунтах. [5]

К примеру, при строительстве многоэтажного здания в городе Сочи – в 8-9 балльном районе по шкале MSK-64 – применялось такое нестандартное конструктивное решение, как железобетонный каркас, воспринимающий поперечные колебания от землетрясения, с установкой вдоль фасадов металлических крестообразных связей.

Большое внимание уделяется разделению секций антисейсмическими швами, конструирование которых схоже с устройством деформационных швов (осадочных, температурных) в обычных зданиях, и зачастую совмещаются с ним в виде единого шва. Его регламентируемая ширина составляет не меньше, чем сумма амплитуд колебаний двух разделенных отсеков и находится в прямой зависимости от высоты здания [1]. По всему периметру самонесущих ограждающих стен в одном уровне с плитами перекрытия или по верху оконных проемов используются монолитные антисейсмические пояса, образующие единую,

совместно работающую с каркасом конструкцию. Надоконные перемычки следует изготавливать из железобетона и фиксировать их положение соединением с несущими элементами.

Все внутренние перегородки и ограждающие конструкции, с целью предотвращения локальных обрушений, следует соединять с колоннами и пилонами посредством соединительных элементов или анкеров.

Отдельно стоит вопрос о реальной практике использования методов активной сейсмоизоляции: например, при возведении объектов в городе Сочи были задействованы резинометаллические опоры (РМО) для уменьшения передаваемых на сооружение колебания. Имеется успешный опыт применения российских сейсмоизолирующих опор – аналогов зарубежных РМО. [2]

Анализ землетрясений показал разрушение железобетонных каркасов в местах прерывания строительных работ – по рабочим швам бетонирования. [3] На основании данного опыта строителям следует избегать прерывания монолитных работ или предусматривать усиления в местах технологических перерывов, например, дополнительно устанавливать арматурные изделия в местах остановки процессов бетонирования. Немаловажным фактором сопротивления волновому воздействию является грамотное и качественное выполнение строительномонтажных работ.

Применение железобетонных конструкций показало свои положительные качества к противодействию знакопеременным нагрузкам от землетрясений.

В дальнейшей магистерской диссертации будет проанализирована работа монолитных железобетонных конструкций в условиях сейсмического воздействия с выявлением наиболее рационального конструктивного решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330 – 2014. Строительство в сейсмических районах
2. *Курзанов А.М., Семенов С.Ю., Шабалин Г.А.* К вопросу о применении резинометаллических опор китайского производства в сейсмостойком строительстве России.// Промышленное и гражданское строительство. 2009. №7.
3. *Мартемьянов А.И.* Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах. М: Стройиздат, 1985, 253с.
4. *Поляков В.С., Килимник Л.Ш., Черкашин А.В.* Современные методы сейсмозащиты зданий. М: Стройиздат, 1988, 319 с.
5. *Уздин А.М., Сандович Т.А.* Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений; Санкт-Петербург: ВНИИГ, 1993, 176 с.

ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ СТАЛЬНОЙ И БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ В БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ С КОМБИНИРОВАННЫМ АРМИРОВАНИЕМ

Повышение эффективности и долговечности строительных конструкций сегодня невозможно без внедрения таких современных видов композитных строительных материалов, как стеклопластиковая, базальтопластиковая и углепластиковая арматура. Каждая из перечисленных видов арматуры имеет по сравнению со стальной как свои преимущества, так и недостатки. Например, стеклопластиковая и базальтопластиковая арматура имеет прочность на разрыв в 3-4 раза больше прочности обычной стальной арматуры, высокую стойкость к кислотам и щелочам, не электропроводна. Стоимость ее мало отличается от стальной арматуры. На современном рынке России присутствует достаточно крупных производителей такой арматуры, которые гарантируют ее качество. Существенным недостатком стеклопластиковой и базальтопластиковой арматуры является ее низкий модуль упругости, который в несколько раз ниже, чем у стальной. Это, в частности, говорит о том, что ее нельзя использовать в качестве рабочей сжатой арматуры. В изгибаемых элементах низкий модуль упругости этой арматуры приводит к большим прогибам и большой ширине раскрытия нормальных трещин. Углепластиковая стержневая арматура в два и более раза прочнее стеклопластиковой и базальтопластиковой арматуры, то есть в пять и более раз прочнее традиционной стальной. При этом она имеет очень близкий к стальной арматуре модуль упругости. Однако стоимость углепластиковой арматуры значительно больше стальной (в десятки раз). Также существенным недостатком углепластиковой арматуры является ее хрупкость, особенно ударная и узкий на данный момент круг отечественных производителей.

В связи с этим в МГСУ вообще и в частности, на кафедре железобетонных конструкций производятся исследования работы конструкций с базальтопластиковой арматурой. Исследования проводятся по двум направлениям: предварительно напряженные конструкции, армированные базальтопластиковой арматурой; конструкции с комбинированным армированием (стальная и базальтопластиковая арматура).

Одним из решений нивелирования проблемы недостатков базальтопластиковой арматуры могут быть конструкции, имеющие комбинированную арматуру. Такой вид арматуры включает в себя стальную тра-

диционную арматуру и композитную. При этом важным вопросом является оптимальное соотношение площадей этих арматур в нормальном сечении изгибаемых элементов. Этому вопросу и посвящена данная статья.

Анализ результатов экспериментов различных исследователей [1,2,3] и наших собственных позволяет сделать следующие обобщающие выводы. Во-первых, несущая способность балок, армированных базальтопластиковой арматурой в большинстве случаев выше несущей способности балок со стальной арматурой. Во-вторых, в балках с базальтопластиковой арматурой возможны два случая разрушения: разрыв растянутой арматуры и раздробление бетона сжатой зоны. Характер разрушения определяется процентом армирования, соответственно $\mu \leq 0,6\%$ или $\mu > 0,6\%$. В-третьих, ширина раскрытия нормальных трещин в балках с базальтопластиковой арматурой при эксплуатационных значениях нагрузок значительно больше (до трех и более раз) ширины раскрытия трещин в балках со стальной арматурой. В-четвертых, прогиб балок с базальтопластиковой арматурой при эксплуатационных значениях нагрузок значительно больше (до четырех и более раз) прогиба балок со стальной арматурой.

На основании этих выводов было принято решение об испытании балок на изгиб и выявление характера зависимостей прочности и прогибов от процентного соотношения площади базальтопластиковой арматуры от общей площади комбинированной арматуры (стальной и базальтопластиковой).

Результаты в виде графиков «относительная прочность балок - количество базальтопластиковой арматуры» и «относительный прогиб балок - количество базальтопластиковой арматуры» представлены на рис.1 и рис.2. При этом относительные величины определялись как отношение текущего параметра к параметру балок, армированных только стальной арматурой, то есть относительная прочность - $M_{ult,fs}/M_{ult,s}$, относительный прогиб - f_{fs}/f_s . За процентное количество базальтопластиковой арматуры принималось отношение площади базальтопластиковой арматуры к площади всей комбинированной арматуры, то есть $(A_f/A_{fs}) \cdot 100\%$.

Анализ результатов графиков показывает, что определяющим при выборе количества базальтопластиковой арматуры в составе комбинированной арматуры являются прогибы.

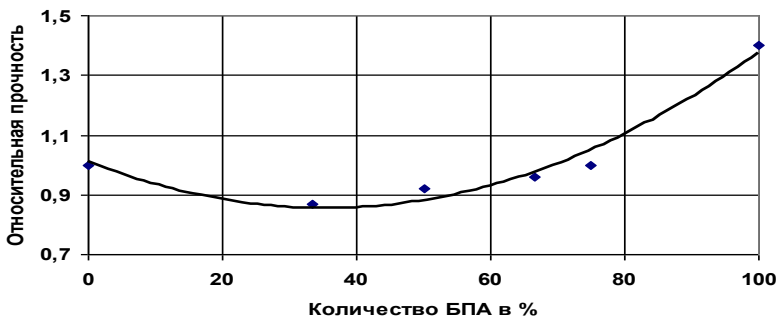


Рис.1. Относительная прочность балок с комбинированным армированием

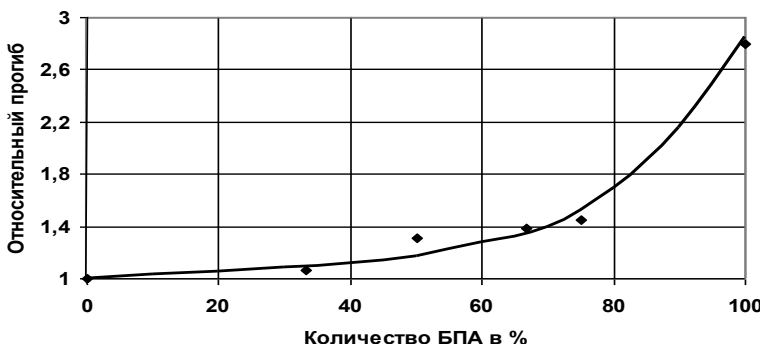


Рис.2. Относительный прогиб балок с комбинированным армированием

Согласно представленным данным рекомендуемый процент базальтопластиковой арматуры в составе комбинированной должен быть не более 50%. При этом прогиб элементов с комбинированным армированием больше железобетонных балок на 17,5%. Прочность соответственно меньше на 10%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролов Н.В., Полоз М.А., Колесникова, Е.Г. Экспериментальные исследования образцов армобетонных балок с двухрядным расположением в растянутой зоне стержней стальной и стеклопластиковой арматуры. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, № 10, 2016. С. 83-88.

2. Польской П.П., Хишмах Мерват, Михуб Ахмад. Сопоставление деформативности балок, армированных стальной, углепластиковой и комбинированной арматурой [Текст]. // «Научное обозрение», №6, 2012. С. 208-211.

УСИЛЕНИЕ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ

Землетрясения являются серьезной проблемой мирового масштаба. Согласно данным международной статистики и оценкам крупной страховой компании «Munich Re», количество опасных сейсмических воздействий за последние декады возросло в 3 раза, а ущерб от них – более чем в шесть раз.

В последние годы все большую опасность представляют землетрясения, вызванные техногенными факторами и активным ростом добывающей промышленности.

Тревожная тенденция опасного проявления сейсмической активности выявлена и на территории Российской Федерации. В соответствии с данными обновленных карт ОСР, четко прослеживается распространение угрозы 9-балльных землетрясений на значительной части территории Северного Кавказа, где до недавнего времени строительство осуществлялось из условия расчетной сейсмичности 7-8 баллов.

По данным целевой программы «Сейсмобезопасность территории РФ» еще в 2002 г. количество проживающих в домах с дефицитом сейсмостойкости в 2-3 балла составило более 10 млн. человек (к 2017 году данная цифра возросла в несколько раз).

Анализ сейсмического риска в совокупности с численностью населения позволил проиндексировать некоторые населенные пункты в соответствии с необходимым на сегодняшний день объемом антисейсмических усилений (табл. 1).

Таблица 1

Территории, требующие сейсмоусиления зданий и сооружений

Регион	Индекс сейсмического риска	Количество объектов, нуждающихся в усилении
Краснодарский край	9	1600
Камчатская область	8	270
Сахалинская область	8	460
Дагестан	7	690
Бурятия	5	485
Иркутская область	2,5	860

Железобетонные каркасные здания всегда занимали самые высокие позиции в рейтинге сейсмостойкого строительства. Однако, в результате периодических воздействий фоновых землетрясений, неизбежного накопления временной усталости и повреждения конструкций в процессе эксплуатации происходит значительное снижение динамической сопротивляемости зданий в целом. Деграция физических и конструктивных характеристик несущих конструкций проявляется в снижении адгезии бетона и арматуры, что приводит к появлению новых, зачастую значительных трещин. Кроме того, снижение жесткости изгибаемых элементов в результате периодического воздействия землетрясений «умеренного» характера (интенсивностью ниже расчетной) может быть критичным и достигать 30-40%. Подтверждением этому служит Спитакское землетрясение 1988г., в результате которого в г. Ленинанкане около 98 процентов каркасных зданий, устоявшие в результате 9-балльного толчка, разрушились при повторном 8-балльном.

Оценка последствий сильных землетрясений выявила, что основная сейсмическая уязвимость железобетонных каркасных зданий связана с потерей прочности колонн и, как следствие, потерей их устойчивости. Особенно часто разрушению подвержены колонны нижних этажей, не способные сопротивляться инерционным горизонтальным нагрузкам в условиях перегрузки сжимающей силой (рис. 1).

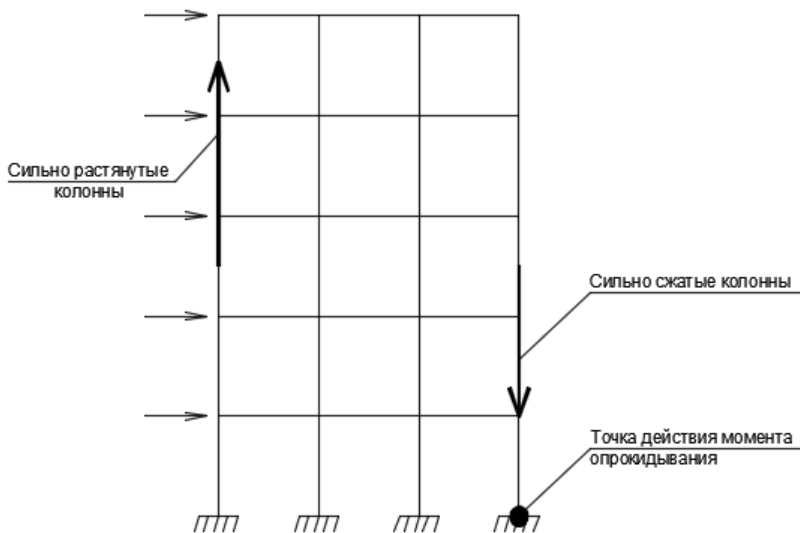


Рис. 1. Влияние сейсмической нагрузки на работу колонн каркаса

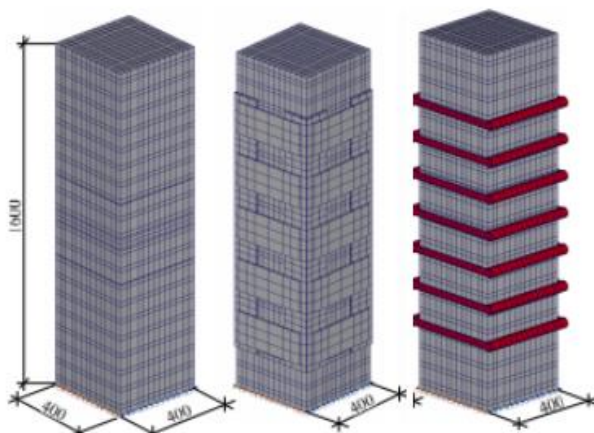


Рис. 2. Расчетные схемы железобетонных колонн: без усиления, усиленной металлическими обоймами из уголков с планками и П-образных элементов из арматурной стали соответственно

Расчет железобетонных колонн (рис. 2) показал, что в результате воздействия сейсмической нагрузки, разрушение колонн, усиленных металлическими обоймами, прежде чем достигнуть критической величины, распределяется по всему телу конструктивного элемента, в отличие от колонны без усиления, у которой разрушение принимает локализованный характер (выпучивание арматуры и раздробление бетона происходит в узлах сопряжения с ригелями и в местах технологических швов).

Кроме того, усиление железобетонных колонн металлическими обоймами позволяет повысить сейсмостойкость зданий более чем в 1,5 раза. Данный фактор может сыграть решающую роль при возникновении не только расчетных землетрясений, но и землетрясений на долю большей интенсивности, обеспечив достаточное сейсмическое сопротивление железобетонных каркасных зданий, уменьшив риски и катастрофические потери от разрушительного действия сейсмической волны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Масляев А.В.* Стадии проектирования сейсмостойких зданий // Сейсмостойкое строительство – 2010. Т. 39. С. 40-44.
2. *Созонов П.С.* Учет влияния предыстории деформирования железобетонных элементов при расчетах на сейсмические воздействия. Иркутск, 2016. 137 с.

*Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА Павленко И.А,
Студент магистратуры 2 года обучения 1 группы ИСА Бузин Р.А.
Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. Г.П.Тонких*

ИСПЫТАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЯДЕР ЖЕСТКОСТИ, УСИЛЕННЫХ СИСТЕМОЙ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОЛОКНА

В настоящее время накоплен большой опыт применения композитных материалов на основе углеволокна. Однако, вопросы, связанные с методами усиления с использованием композитных материалов при сейсмоусилении, проработаны не в полной мере. В связи с этим целью данной работы является проведение экспериментальных исследований новых способов усиления железобетонных конструкций с использованием системы внешнего армирования.

Объектами исследований являются фрагменты монолитных железобетонных ядер жесткости в количестве 3-х штук, усиленных системой внешнего армирования на основе материалов из углеволокна.

Фрагменты 1, 2 и 3 выполнены в виде фрагмента лифтовой шахты в масштабе 1:3 (рис. 1). Вертикальные несущие конструкции выполнены толщиной 60 мм, два перекрытия из монолитного бетона толщиной 100 мм каждое. В стенах, перпендикулярных действию нагрузки, имеются по два проема на каждом этаже. Армирование выполнено двумя сетками по внешней и внутренней грани стен из арматуры класса А400 диаметром 6 мм, установленных с шагом 200 мм, согласно требованиям [3].

При выборе схем и технологии усиления опытных фрагментов учитывались требования и рекомендации [2,4,5].

Усиление фрагмента 2 выполнено двунаправленными сетками FibArm Grid HS 600/1000 со специальной пропиткой на ремонтном составе FibArm Repair FS по всей поверхности образца.



Рис 1. Общий вид фрагмента

Фрагмент 3 усиливался двунаправленными тканями FibARM Таре - 450/1200 по всей поверхности образца. Учитывая результаты испытаний второго фрагмента, была выполнена анкеровка наклеиваемого материала у основания, которая обеспечивалась с помощью дополнительного железобетонного пояса. Армирование пояса выполнялось Г-образными выпусками диаметром 8мм из арматуры класса А500С, приваренными к швеллерам основания с шагом 150 мм и арматурными стержнями диаметром 8 мм из арматуры класса А500С, установленными в стены образца с шагом 150 мм.

Испытания проведены в помещении испытательной лаборатории НИУ МГСУ в период с 12.10.2016 г. по 10.11.2016 г. Создание нагрузки осуществлялось в испытательном стенде, представляющем собой силовую раму, оснащенную линейными гидроцилиндрами.

Горизонтальная нагрузка, приложенная в уровне перекрытия первого этажа, моделировала действие горизонтальной сейсмической нагрузки [1] на здание в реальных условиях. Такой способ приложения позволял создать напряженно-деформированное состояние образца, эквивалентное состоянию ядер жесткости в зданиях при землетрясениях.

Проведенные испытания показали, что разрушение первого опытного фрагмента без усиления сопровождалось образованием горизонтальных трещин по наружной грани стены фрагмента, перпендикулярной приложению нагрузки и наклонных трещин на стенах, параллельных приложению нагрузки в области нижней половины первого этажа. С ростом нагрузки, происходило увеличения количества трещин вплоть до разрушения при нагрузке $P=18,5$ т

При нагружении второго опытного фрагмента трещины также начинали образовываться по наружной грани стены, перпендикулярной приложению нагрузки и на стенах, параллельных приложению нагрузки. С ростом нагрузки наиболее интенсивно происходил рост трещины у основания фрагмента стены перпендикулярной приложению нагрузки. Увеличение ширины раскрытия трещины у основания фрагмента и последующее разрушение фрагмента в данном сечении при нагрузке равной $P=15,0$ т произошло из-за отсутствия усиления в зоне действия максимального изгибающего момента и соответственно снижения жесткости в данном сечении. Кроме этого внешнее армирование композитным материалом привело к резкому снижению количества трещин в стенах фрагмента и одновременно к концентрации напряжений в слабом, неусиленном сечении у основания.

В процессе нагружения третьего фрагмента в зоне действия максимального изгибающего момента включался в работу дополнительный железобетонный пояс, который обеспечивал достаточное сцепление системы внешнего армирования с бетоном у основания образца. Разру-

шение фрагмента произошло в верхнем сечении дополнительного железобетонного пояса при нагрузке $P=23,0$ т, что на 25% превышает несущую способность эталонного фрагмента.

Выводы:

1. Разрушение эталонного фрагмента ядра жесткости из монолитного железобетона при действии горизонтальной нагрузки произошло от среза железобетонного сечения боковых стенок при горизонтальной нагрузке, равной 18.5 т.

2. Усиление опытного фрагмента двунаправленными сетками FibArm Grid HS 600/1000 со специальной пропиткой на ремонтном составе FibArm Repair FS без обеспечения анкеровки системы внешнего армирования у основания привело к снижению разрушающей нагрузки до $P=15.0$ т. Снижение вызвано отсутствием усиления в зоне действия максимального изгибающего момента, концентрации напряжений в слабом, неусиленном сечении и соответственно снижением жесткости в данном сечении.

3. Усиление опытного фрагмента двунаправленными тканями FibARM Tape - 450/1200, наклеенными при помощи двухкомпонентного эпоксидного клея FibArm Resin 530+, совместно с устройством дополнительного железобетонного пояса высотой 200 мм, обеспечивающим анкеровку системы внешнего армирования у основания фрагмента привело к повышению разрушающей нагрузки до $P=23.0$ т, что на 25% выше несущей способности эталонного фрагмента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*
2. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменением N 1)
4. Альбом конструктивных решений по сейсмоусилению элементов железобетонных каркасных зданий композитными материалами FibARM на основе углеволокна
5. СТО 2256-002-2011 Система внешнего армирования из полимерных композитов FibARM для ремонта и усиления строительных конструкций.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ДОМОВ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ

Все чаще в наши дни появляется необходимость реконструировать старые здания и сооружения с приспособлением к современному использованию, в рамках которого проводят надстройку этажей для увеличения полезной площади, либо размещения современного технологического оборудования. Реконструкция с надстройкой этажей представляет собой сложную техническую задачу. Такое решение пересекается с серьезными конструктивными изменениями, требующими устройства дополнительных несущих элементов, воспринимающих нагрузки от надстраиваемых этажей, либо усилением существующих конструкций. Для обеспечения возможности проведения таких работ по реконструкции необходимо провести проверку прочности и, при необходимости, усиление каменных конструкций.

В строительной практике усиления каменных простенков и столбов выполняется различными методами. Проведем сравнительный анализ усиления штукатурными обоями с армированием композитной сеткой из базальтового стекловолокна, а также усиление инъектированием.

Рассмотрим пример усиления стены толщиной 510мм с использованием базальтопластиковой сетки. Кладка стены выполнена из кирпича пластического формования М75 на растворе М25. После реконструкции на 1 м стены будет передаваться нагрузка $N = 950$ кН, в то время как несущая способность стены составляет 527 кН. Необходимо осуществить усиление стены.

Усиление осуществляется устройством двусторонней обоймы с установкой дополнительных композитных поперечных связей. Толщину набетонки по конструктивным требованиям принимаем 5 см, бетон класса В12.5. Армирование выполнено базальтопластиковой сеткой из стержней диаметром 5 мм с ячейкой 15×15 см. Для обеспечения работы набетонки как обоймы сверху сеток устанавливаем вертикальные стержни диаметром 12 мм через каждые 50 см и поперечные связи диаметром 12 мм через 50 см по высоте и длине стены (рис. 1). При этом учитываем, что усилие непосредственно на обойму не передается. Коэффициент условий работы принимаем $m_b=0,35$. При нахождении поперечного усиления учитываем только поперечные связи диаметром 12 мм, установленные через 50 см по высоте и длине стены.

$$\mu = \frac{V_s}{V_k} \cdot 100 = \frac{A_s \cdot l_s}{A \cdot h_w} \cdot 100 = \frac{1,31 \cdot 51}{50 \cdot 50 \cdot 51} \cdot 100 = 0,05\% ,$$

где V_s и V_k – объем связей (стержня) и объем кладки; $A_s = 1,31\text{см}^2$ – площадь сечения стержня; h_w – толщина стены.

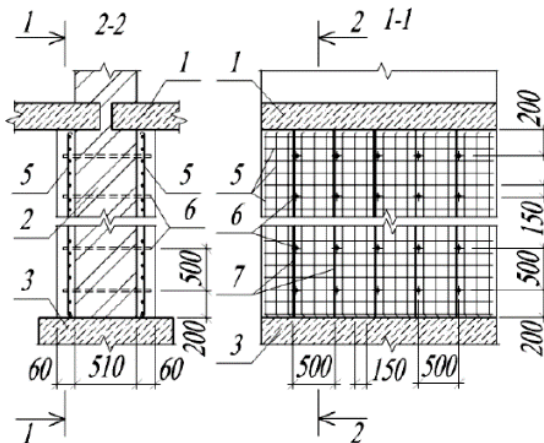


Рис. 1. Схема усиления АБП: 1 – плита перекрытия; 2 – реконструируемая стена; 3 – фундамент; 4 – бетон класса В12.5; 5 – сетка АБП-5 мм с ячейкой 150×150 мм; 6 – поперечные связи АБП-16 мм через 500 мм; 7 – вертикальная арматура 2 АБП-12 мм через 500 мм

Вертикальное армирование принято из АБП 7Ø5 мм и 2Ø12 мм на каждые 50 см длины стены. Площадь АБП на 1 пог.м стены равна $A_s = 2(1,37 + 2,26) = 7,26 \text{ см}^2$. Площадь бетона $A_\sigma = 2 \times 6 \times 100 = 1200 \text{ см}^2$. Коэффициент φ принимаем в запас прочности как для кирпичной кладки, учитывая высоту сечения вместе с обоймой: $a = 1000$; $\lambda_n = 360/63 = 5,71$; $\varphi = 0,95$.

Прочность бетона $R_\sigma = 7,5 \text{ МПа}$. Расчетное сопротивление для связей $R_{sw} = 600 \text{ МПа}$, для продольных стержней – $R_{sc} = 125 \text{ МПа}$. Несущую способность усиленной стены находим по формуле с учетом коэффициента условий работы 0,5 для поперечных связей:

$$N = 1 \cdot 0,95 \left[\left(1 \cdot 0,7 \cdot 1,1 + 1 \cdot \frac{3 \cdot 0,05 \cdot 0,5}{1 + 0,05} \cdot \frac{600}{100} \right) \times 0,51 + \right] \cdot 10^3 = 983 \text{ кН} > 950 \text{ кН}$$

$$+ \left(0,35 \cdot 7,5 \cdot 0,12 + 150 \cdot 7,26 \cdot 10^{-4} \right)$$

Принятое усиление стены достаточно для восприятия необходимых нагрузок. Примерная стоимость такого усиления составит:

$$3,6 \cdot 7 \cdot 7,8 + 3,6 \cdot 2 \cdot 30,9 + 125 = 628,28 \text{ руб. п.м.}$$

Для сравнения рассмотрим пример усиления конструкции методом инъектирования. В качестве рабочего раствора применим «Remmers Bohrlchsuspension». Инъекция должна проводиться через шпур, пробуренные диаметром 20 мм и глубиной, равной толщине кладки за вычетом 0,1 м, с шагом 400×400 мм, в шахматном порядке, с доведением расчетного сопротивления кладки до $R \geq 10 \text{ кгс/см}^2$.

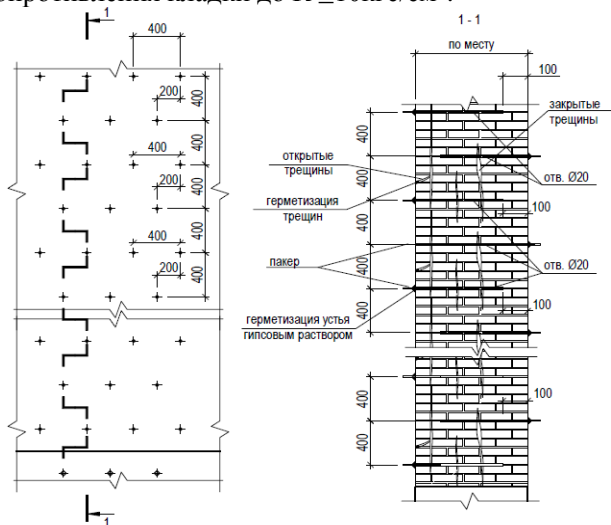


Рис. 2. Упрочнение кирпичной кладки методом инъектирования с двусторонним сверлением шпуров

Примерная стоимость усиления на основании представленной схемы составляет 615,21 руб. п.м.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что представленные способы усиления имеют незначительную стоимостную разницу, а, следовательно, равноправны в применении. Однако, метод инъектирования нарушает целостность кладки, что недопустимо для охраняемых конструкций. В данном случае целесообразнее использовать усиление с использованием базальтопластиковой сетки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев. Реконструкция жилых зданий. Часть I Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий// Москва 2008
2. Каменные и армокаменные конструкции СНиП II-22-81
3. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования

Студентка магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА

Станкевич Ю.С.

*Научные руководители – начальник отдела конструктивных систем АО «ЦНИИПромзданий», д-р техн. наук, проф. **Н.Н. Трекин**, главный научный сотрудник АО «ЦНИИПромзданий», д-р техн. наук, проф. **Э.Н. Кодыш**, асп. АО «ЦНИИПромзданий», инженер **И.А. Терехов***

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С ГИБКОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМОЙ

Широкое применение регулярных габаритных схем в многоэтажных зданиях позволяет использовать большое количество строительных деталей одинаковой формы и размеров.

Предлагаемое решение может быть применено в многоэтажных зданиях с регулярной схемой несущих конструкциях – в торговых центрах, спортивных комплексах, гаражах-стоянках, административных зданиях и т.д.

Особенность данного принципиально нового технического решения заключается в том, что основными несущими конструкциями являются металлические фермы с параллельными поясами и редкой решеткой, в пределах высоты которых (между верхним и нижним поясами ферм) расположены промежуточные этажи, а между фермами – этажи со свободной планировкой. Нижние и верхние пояса фермы работают совместно с перекрытиями, образуя сталежелезобетонную конструкцию. Габаритные размеры фермы определяются исходя из необходимой нормативной высоты этажа.

Главным отличием от классического варианта фермы, где нагрузка прикладывается только к верхнему поясу, является то, что в данном техническом решении нагрузка передается на верхний и нижний пояса, которые являются частью сталежелезобетонной конструкции.

Перекрытие может быть выполнено в трех вариантах: монолитным по профилированному настилу, с включением его в работу перекрытия; монолитным со съемной опалубкой; из сборных железобетонных плит (пустотных или ребристых).

В качестве колонн предлагается использовать трубобетонную конструкцию. В пределах ферменного этажа колонна может быть совмещена с опорной стойкой фермы. Стальная обойма предназначена не только для опалубки – она заменяет продольную и поперечную арматуру и создает идеальные условия для работы бетонного ядра под нагрузкой.

На рис. 1 приведен фрагмент здания с несущими горизонтальными конструкциями в виде стальных ферм. Высота фермы равна высоте этажа. Средняя панель фермы свободна от стоек и раскосов, что позволяет обеспечить необходимую ширину прохода или проезда.

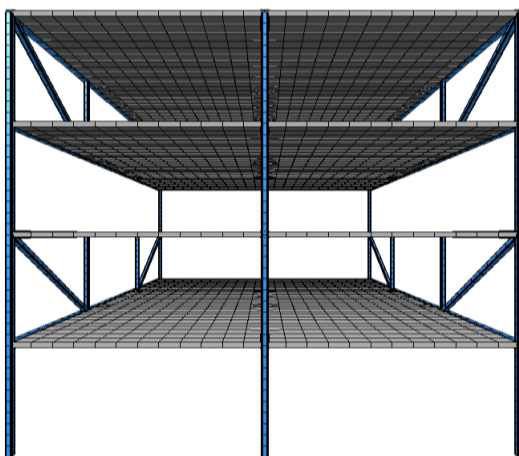


Рис. 1. Фрагмент здания с этажами свободной планировки

Область использования данных конструкций определяется длиной фермы, которая может достигать порядка 18 метров, и шага ферм 6 м. Это позволяет с двух сторон от прохода или проезда (средняя панель фермы) размещать торговые площади, офисные помещения, парковочные места для автомобилей и т.д. Широкое использование регулярных габаритных схем в многоэтажных зданиях позволяет уменьшить количество применяемых строительных изделий.

На первом этапе работы были проведены предварительные расчеты, в которых было рассмотрено два типа ферм с двумя вариантами решеток (рис. 3) с монолитным перекрытием по инвентарной опалубке (рис. 2). Сечение поясов фермы принято двутавровым, стойки и раскосы – из труб квадратного сечения.

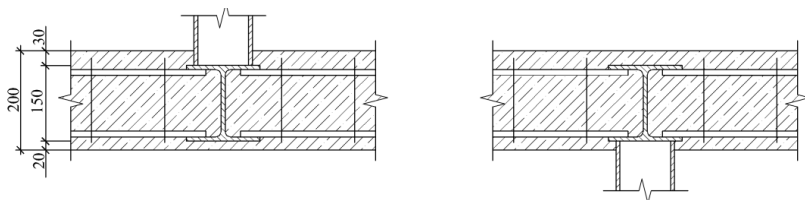


Рис. 2. Узел примыкания монолитного перекрытия к поясам фермы

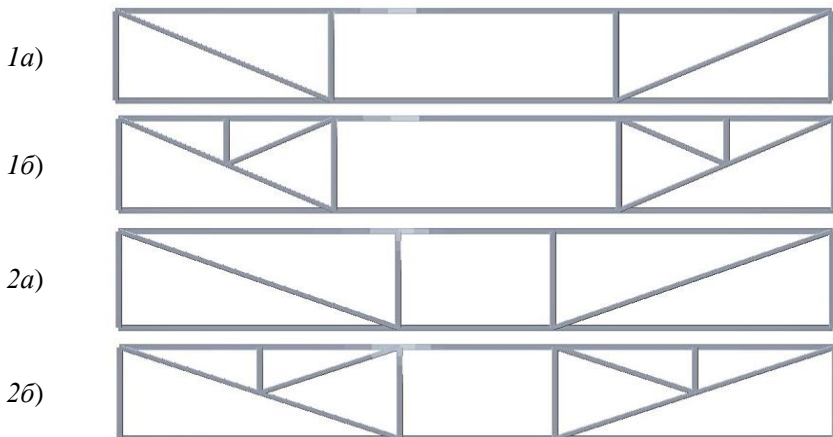


Рис. 3. Варианты конструкции ферм:
 1а), 1б) с проездом 6,6 м в средней панели фермы,
 2а), 2б) с проходом 3,0 м в средней панели фермы.

Для нахождения более рационального решения в обоих вариантах, было проведено сравнение ферм по металлоемкости.

Для ферм первого типа с проездом 6,6 м вариант 1а) оказался экономичнее на 4,6%.

Для ферм второго типа с проходом 3,0 м вариант 2б) оказался экономичнее на 15,8%.

В дальнейших расчетах будут рассмотрены варианты ферм 1а) и 2б).

Целью дальнейших исследований является детальная разработка узловых сопряжений конструкций и методов расчета многоэтажных зданий с использованием вариантов конструкций ферм 1а) и 2б).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО 11251254.001-2015 Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования;
2. Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом. – М.: АСВ, 2009. – 343 с.
3. Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К. Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям. – М.: АСВ, 2010. – 352 с.
4. Кудишин Ю.И., Беленя Е.И. Металлические конструкции, 2007;

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В настоящее время одним из перспективных материалов для развития строительной отрасли является неметаллическая композитная арматура. Она имеет ряд преимуществ перед стальной: высокая прочность, низкий вес, неподверженность коррозии, прозрачность к магнитным полям. Вместе с тем, композитная арматура имеет значимые особенности: модуль упругости существенно ниже аналогичной характеристики стальной арматуры а разрушение носит хрупкий характер - отсутствует площадка текучести (рис.1.) [1]. В существующих нормах проектирования железобетонных конструкций отсутствуют специальные требования, позволяющие учесть особенности композитной арматуры. По умолчанию предполагается использование общих требований, в основе которых лежат характеристики стальной арматуры, что представляется не вполне корректным вследствие различной структуры и свойств материалов.

Современные нормы расчета и проектирования железобетонных конструкций построены на базе деформационных моделей материалов (бетон и арматура). Использование деформационных критериев позволяет выявить основные закономерности совместной работы различных материалов, а также пронаблюдать нелинейное изменение напряженно-деформированного состояния сечений элементов на всех стадиях работы конструкции.

«Методы динамического расчета железобетонных конструкций за пределом упругости в основном базируются на идеализированных схемах жесткопластического или упругопластического материала» [2]. В связи с этим, вместо диаграммы с физическим пределом текучести для расчета конструкций принимается идеальная упругопластическая диа-

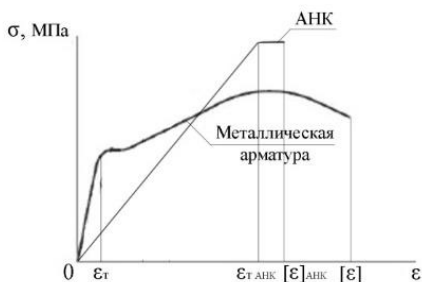


Рис. 1. Сравнительные диаграммы напряжение-деформации стальной и композитной арматуры

грамма Прандтля (рис. 2, а). Диаграмму σ - ε бетона будем рассматривать как криволинейную с нисходящим участком (рис. 2, б).

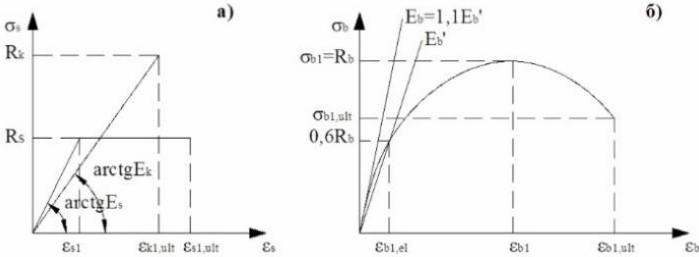


Рис. 2. а) Расчетная диаграмма деформирования стальной и композитной арматуры; б) расчетная диаграмма деформирования бетона

Большинство изгибаемых железобетонных конструкций работают в стадии после образования трещин, так как это позволяет целиком использовать прочностной и деформационный потенциал, как бетона, так и арматуры. Потеря несущей способности изгибаемой железобетонной балки, согласно деформационным критериям, может произойти в трех случаях (рис.4.):

$$\varepsilon_b < \varepsilon_{b1}; \varepsilon_s = \varepsilon_{s1}; \varepsilon_{b1} \leq \varepsilon_b < \varepsilon_{b1,ult}; \varepsilon_s = \varepsilon_{s1}; \varepsilon_b = \varepsilon_{b1,ult}; \varepsilon_s < \varepsilon_{s1}$$

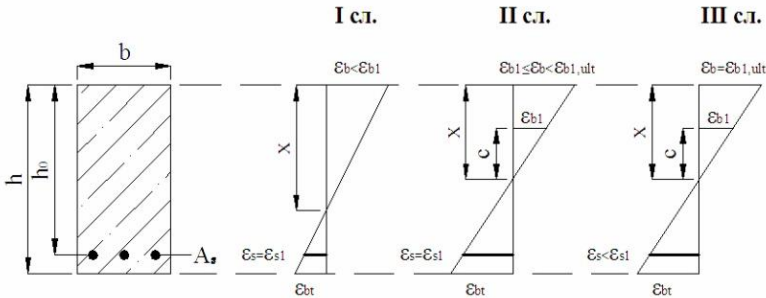


Рис. 4. Эпюры деформаций изгибаемой железобетонной балки

Замена стальной арматуры на композитную влечет существенное изменение работы конструкции даже при статическом нагружении. Ввиду отсутствия площадки текучести и высокой прочности композитной арматуры, потеря несущей способности такой балки вероятнее всего произойдет вследствие превышения предельной величины деформации сжатой зоны бетона, но при этом и предельные деформации, и предел прочности композитной арматуры не будет превышен, что описывается следующими зависимостями:

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{b1,ult} \text{ при этом: } \varepsilon_k < \varepsilon_{k1,ult} \text{ или } \sigma_k < R_k$$

Особенность работы композитной арматуры в изгибаемых железобетонных конструкциях определяется следующим: низкий уровень модуля упругости, высокий показатель прочности и крайне низкая пластичность. При таких характеристиках армирующего материала, элементы конструкции будут одновременно работать в разных фазах: бетон сжатой зоны – в пластической, а арматура – в упругой. Поэтому стоит детально исследовать возможность применения композитной арматуры не только в изгибаемых элементах при обычных условиях эксплуатации, но и для конструкций в условиях сейсмических воздействий, при которых требуется реализация выраженных пластических свойств конструкций несущих систем.

«Расчетные и нормативные значения напряжений материалов в опасных фибрах сечений практически не бывают достигнуты одновременно как в статически, так и в динамически нагруженных конструкциях» [3]. В связи с этим возникает вопрос: могут ли быть превышены допустимые пластические деформации сжатой зоны бетона в условиях сейсмических воздействий при условии, что композитная арматура, не имея пластической фазы, работает в стадии упругости? Иными словами, возможна ли работа конструкции с композитной арматурой при следующих деформационных критериях:

$$\varepsilon_b > \varepsilon_{b1,ult}; \varepsilon_k \leq \varepsilon_{k1,ult} (\sigma_k \leq R_k)$$

Возможности композитной арматуры до конца не изучены, поэтому перспектива её применения в конструкциях, работающих по пластической схеме, является актуальной задачей. Применение композитной арматуры позволило бы создавать более надежные и долговечные конструкции, устойчивые к динамическим (сейсмическим, ударным) воздействиям, при меньших материальных затратах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лапинов А.Е.* Перспективы применения неметаллической композитной арматуры в качестве рабочей ненапрягаемой в сжатых элементах. // Вестник МГСУ.2015. №10. С. 96-105.
2. *Белов Н.Н.* Расчетно-экспериментальный метод анализа динамической прочности железобетонных конструкций [Текст] / *Н.Н. Белов, О.В. Кабанцев, Д.Г. Копаница, А.А. Югов, Н.Т. Югов Н.Т., А.Н. Овечкина* // ВНИИТПИ, Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2005. - № 4. - С. 63-65.
3. *Котляревский В.А.* Прочность и защитные свойства специальных сооружений. Методы расчета и программные средства. М.: 2014. // Электронный журнал. Предотвращение аварий зданий и сооружений. Дата публикации: 27.08.2014.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПЛОСКИХ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ИЗ ЛЕГКОГО БЕТОНА В ЗДАНИЯХ СТЕНОВОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Расчет и конструирование железобетонных перекрытий жилых зданий с применением тяжелого бетона хорошо регламентированы современными отечественными строительными нормами. Существует также достаточно отработанная технология по изготовлению перекрытий из тяжелого бетона, имеются многочисленные научные исследования отечественных и зарубежных ученых, лежащие в основе применения этого вида бетона.

Вместе с тем, существующие отечественные строительные нормы, разрешающие изготовление перекрытий гражданских зданий из легких бетонов (СП63.13330.2012, ГОСТ 25820-2000 Бетоны легкие. Технические условия) недостаточно полно регламентируют расчет и конструирование железобетонных плит перекрытий из легкого бетона. Некоторые положения норм устарели. Рекомендации по результатам научных исследований, связанные с расчетом, конструированием и изготовлением железобетонных строительных конструкций с применением легких бетонов не систематизированы и не объединены современными строительными нормами.

Плотность тяжелого бетона принято считать равной 2500 кг/м^3 , марка по плотности D2500. Легкие бетоны, приведенные в СП63.13330.2012 имеют значения марок по плотности D800-D2000. Для железобетонных строительных конструкций следует использовать бетон класса не ниже B15 (п. 6.1.6 СП)

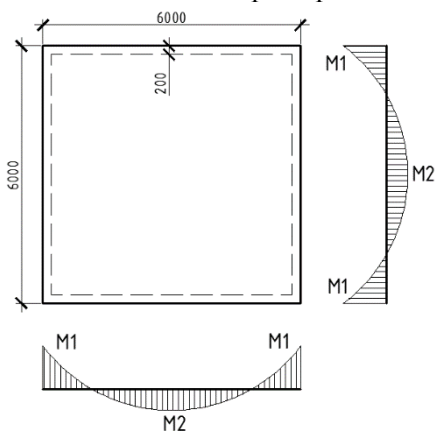
Легкие бетоны, как материал для несущих конструкций, пока еще не получили должного распространения и их доступность также является фактором, нуждающимся в оценке. Строительство здания или сооружения из тяжелого бетона может оказаться выгоднее, так как поиск необходимого легкого бетона может занять значительное количество времени, а может и вовсе не увенчаться успехом. Экономическая эффективность подобного конструктивного решения также нуждается в приведении каких-либо точных цифр, оперирование которыми позволяет наиболее удачным способом подобрать марку бетона по плотности.

Интернет ресурсы, осуществляющие продажу строительных материалов, предлагают разные бетоны по разным ценам. Самым популярным легким бетоном является бетон на керамзите марки по плотности

D1600, по прочности M200 и M250. Этим маркам соответствуют соответственно классы B15 и B20. Классы ниже приведенных включены в СП 63.13330.2012 для использования в ненесущих конструкциях зданий. Легкий бетон более высокого класса обнаружен в предложениях интернет магазинов не был.

Экономические расчеты автора статьи показали, что для рассматриваемых классов бетона B15 и B20 с маркой по плотности D1600 каждый дополнительно вложенный рубль на приобретение легкого бетона компенсируется снижением веса на 4,5 кг (B15), на 3,6 кг (B20). Следует отметить, что этот показатель является плавающим. Его усреднение произведено исходя из анализа цен нескольких поставщиков, что не может гарантировать точности, но позволяет с уверенностью оценивать характер изменения величин.

Подорожание конструкции при использовании легкого бетона составляет 7% и 8% для классов B15 и B20 соответственно. Облегчение конструкции - 36%. Эти величины не зависят от объема конструкции и носят постоянный характер.



Для сравнения несущей способности плит перекрытия из легкого и тяжелого бетона (класс B15, марка D1600) выполнен расчет по первому предельному состоянию перекрытие 6x6 метров, высотой поперечного сечения 200 мм, жестко защемленного по контуру. Рассматривается именно такое закрепление контура плиты, как моделирующее распространение в

строительной практике сопряжение монолитных плит перекрытий и стен. Общие арматурные стержни, заанкерованные в обеих конструктивных элементах позволяют организовать жесткий стык конструкций здания. Привязка ближней к краю плиты арматуры – 20мм. Задаемся армированием в растянутой зоне Ø8A500 с шагом 200мм.

По результатам прочностного расчета, выполненного в соответствии с рекомендациями пособия к СП52-101-2003 [3], максимальная нагрузка, которую способно нести перекрытие $Q=13 \text{ кН/м}^2$. Такую расчетную равномерно распределенную нагрузку может выдержать законструированная плита, включая собственный вес. Расчетная равномерно распре-

деленная нагрузка от собственного веса плиты, выполненной из тяжелого и легкого бетона, составляет:

$$q_{\text{тяж}} = 25 \times 1.2 / 6 = 5 \text{ кН/м}^2$$

$$q_{\text{легк}} = 16 \times 1.2 / 6 = 3.2 \text{ кН/м}^2$$

Предельное полезное нагружение тяжелой плиты равно 8 кН/м^2 , предельное полезное нагружение легкой плиты равно 9.8 кН/м^2 . Плиту из легкого бетона в данном случае можно загрузить на 22% больше.

Для сравнения по деформациям плит перекрытия из легкого и тяжелого бетона предпринят расчета плоской плиты перекрытия пролетом $L=4,8 \text{ м}$ и шириной $b=1,2 \text{ м}$, толщиной $0,16 \text{ м}$, шарнирно опертая короткими сторонами (глубина опирания 120 мм). Прогиб шарнирно опертых элементов имеет более наглядный характер. Для большей показательности в расчетах применен легкий бетон класса по прочности на сжатие В20 с маркой по средней плотности D1400.

Для тяжелого бетона собственный вес плиты дает нагрузку 4 кН/м^2 , расчетное значение 4.4 кН/м^2 , в легком бетоне собственный вес имеет значение 2.24 кН/м^2 , расчетная величина – 2.46 кН/м^2 . Вес пола – 1 кН/м^2 , расчетное значение – 1.25 кН/м^2 , временная нагрузка – 2.0 кН/м , пониженное значение – 0.7 кН/м^2 , расчетное значение – 2.4 кН/м^2 . Нормативное значение полной нагрузки - $7(5.24) \text{ кН/м}^2$, пониженное – $5.7(3.94) \text{ кН/м}^2$, расчетное – $8.05(6.11) \text{ кН/м}^2$.

Сравнение результатов расчета плит $4.8 \times 1.2 \times 0.16$		
Вид бетона	Тяжелый	Легкий D1400
Расход бетона м^3	0.92	0.92
Вес плиты кН	23	12.9
Расход арматуры кг	38.3	26.5
Прогиб см	1.75	1.5

Выводы: легкие бетоны не имеют достаточного распространения в строительной отрасли как конструктивный материал, при этом их эффективность обоснована как с экономической, так и с инженерной точки зрения. Облегчение бетона заслуживает внимания и нуждается в дальнейших исследованиях как вопрос инноваций в строительной сфере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *СП63.13330.2012* Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
2. *ГОСТ 25820-2000* Бетоны легкие. Технические условия.
3. *Пособие к СП-52-101-2003* Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры.

ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ МОНОЛИТНОГО И СБОРНО-МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Важнейшая строительная задача – облегчение конструкций зданий. Для достижения этих целей в Европе используют перекрытия с пустотелыми пластиковыми шарами оставляемых внутри монолитного перекрытия. В строительной практике мира популярны сборно-монолитные каркасы зданий.

Данные решения позволяют значительно облегчить конструкции возводимых зданий и сооружений, а так же уменьшить расход арматуры.

Монолитные перекрытия системы «Bubble Desk»

Чтобы облегчить монолитные перекрытия фирма «Cobiax» из Швейцарии разработала и внедрила систему «Bubble Desk». В данном методе перекрытие включает в себя арматурные каркасы, внутри которых располагаются пустотелые шары из пластика, и бетон, который заполняет пространство между шарами и образует выравнивающий слой над каркасом (рис. 1)



Рис. 1. Устройство перекрытия по системе «Bubble Desk»

Стержни рабочей арматуры находятся внизу этих каркасов. В тех местах, где пересекаются колонны с перекрытиями сохраняют участки монолитного бетона с арматурными каркасами, обеспечивающими восприятие максимальных усилий возникающих в данных местах.

Между каркасами располагаются пластмассовые шары, уменьшающие расход бетона. Поэтому снижается масса перекрытия, из-за чего снижается масса всего этажа на 35% в сравнении с аналогичным этажом со сплошными железобетонными перекрытиями.

Можно сравнить расстановку колонн при изготовлении сплошных

перекрытий и расстановку при изготовлении перекрытий с использованием метода «Bubble Desk». Очевидно превосходство метода «Bubble Desk»: пролеты становятся больше, количество колонн меньше (рис. 2-3).

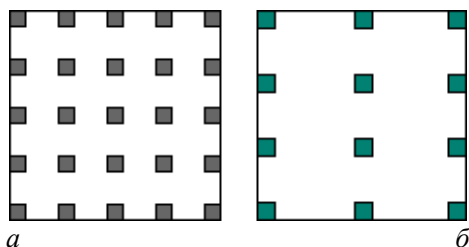


Рис. 2. План расположения колонн:
а – проект с перекрытием в виде сплошной монолитной плиты,
б – проект с перекрытием системы “Bubble Desk”.



Рис. 3. Фрагмент помещения с перекрытием системы “Bubble Desk”

Сборно-монолитное каркасное строительство

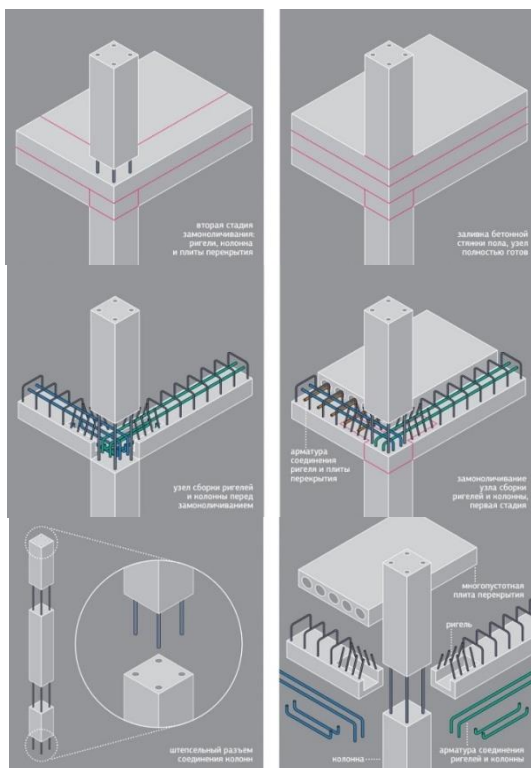
На западе набирает популярность строительство из сборно-монолитного железобетона. В России оно встречается реже, но в будущем может быть очень востребовано.

Каркас здания из сборно-монолитного железобетона собирается из таких основных элементов как: колонны, ригели и плиты перекрытия (для прочности, при необходимости, дополнительно можно установить диафрагмы жесткости).

Производство колонн – наиболее трудоемкий процесс, так как качество постройки зависит от их качества.

При изготовлении ригелей применяется исключительно предварительно напряженная арматура. Плиты перекрытия могут быть любой конструкции, предварительно напряженными многоспустотными плита-

ми. Тогда, для стыковки ригелей с плитами, через пустоты в плитах пропускается арматура. В других случаях используют арматуру плит. Стык плиты с ригелем бетонируется, в итоге получается надёжная жесткая конструкция каркаса всего здания.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сагадеев Р.А. Современные методы возведения монолитных и сборно-монолитных перекрытий. Учебное пособие.- М.: ГОУ ДПО ГАСИС, 2008
2. Байков В.Н., Сигалов Э.Е., Железобетонные конструкции: Общий курс: Учебник для вузов. – 6-е издание, репринтное. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2009. – 768 с.: ил.

ВЛИЯНИЕ НДС СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ПРОЧНОСТЬ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ В СОСТАВЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ

Сегодня индустриальное сборное домостроение снова является одной из самых актуальных технологий. Индустриальное домостроение всегда обладало весомым преимуществом быстрого темпа строительства, что существенно сокращало срок ожидания готовности дома. На современном рынке новостроек на долю крупнопанельных домов приходится порядка 40 % строящихся жилых комплексов, поэтому уточнение действительной работы элементов [2] типовых конструктивных решений является весьма актуальной задачей.

На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований были получены уточняющие коэффициенты φ_1 и φ_2 для зависимости несущей способности закладных деталей в составе вертикальных связей от НДС стеновых панелей.

Расчет закладных деталей в стеновых панелях с двумя пластинами, соединенными анкерными стержнями производится из условия и при малых величинах изгибающих моментов, передаваемых на закладные детали:

$$\frac{N_x}{Q_{x,ult}} + \frac{N_x}{Q_{x,ult}} + \frac{N_x}{Q_{x,ult}} \leq 1$$

где N_x — горизонтальное сдвигающее усилие в плоскости панели;

N_z — вертикальное сдвигающее усилие в плоскости панели;

N_y — горизонтальное усилие, ортогональное плоскости панели, вызывающее растяжение

или сжатие анкерных стержней;

$Q_{x,ult}$, Q_z,ult , N_{ult} — соответствующие несущие способности закладной детали:

$$Q_{ult} = 2,5 * \varphi_1 * \varphi_2 * A_{an} * n \sqrt{\gamma_{b1} + \gamma_{b2} + \gamma_{b3} * R_b * R_s}$$

A_{an} — площадь одного анкерного стержня;

n — количество анкерных стержней в закладной детали;

R_b — призмная расчетная прочность бетона на сжатие;

R_s — расчетное сопротивление арматурной стали анкерного стержня;

φ_1 — коэффициент, учитывающий влияние напряжений в бетоне σ_{ortho} ортогонально действию сдвигающей силы Q :

$$\text{при } \frac{\sigma_{ortho}}{\gamma_{b1} * R_b} \leq 0,5 \quad \varphi_1 = \frac{\sigma_{ortho}}{\gamma_{b1} * R_b} + 1;$$

$$\text{при } 0,5 < \frac{\sigma_{ortho}}{\gamma_{b1} * R_b} \leq 1,0 \quad \varphi_1 = -2,2 * \frac{\sigma_{ortho}}{\gamma_{b1} * R_b} + 2,3;$$

φ_2 - коэффициент, учитывающий влияние напряжений σ_{codir} в бетоне вдоль действия сдвигающей силы Q:

для элементов с армированием не менее конструктивного в зоне установки закладных деталей:

$$\text{при } \frac{\sigma_{codir}}{\gamma_{b1} * R_b} \leq 0,4 \quad \varphi_2 = 1;$$

$$\text{при } \frac{\sigma_{codir}}{\gamma_{b1} * R_b} > 0,4 \quad \varphi_2 = 1,15 - 0,375 * \frac{\sigma_{codir}}{\gamma_{b1} * R_b};$$

для бетонных элементов:

$$\varphi_2 = -1,25 * \frac{\sigma_{codir}}{\gamma_{b1} * R_b} + 1, \text{ но не менее } 0,1;$$

При определении напряжений в бетоне σ_{ortho} и σ_{codir} следует учитывать только коэффициент условий работы бетона γ_{b1} , корректирующий длительную прочность бетона по сравнению с кратковременной.

Рассмотрим влияние коэффициентов φ_1 и φ_2 на несущую способность закладных деталей в железобетонных элементах. Зафиксируем значение напряжений σ_{ortho} вдоль действия сдвигающей силы Q и рассмотрим влияние ортогональных напряжений (рис. 1).

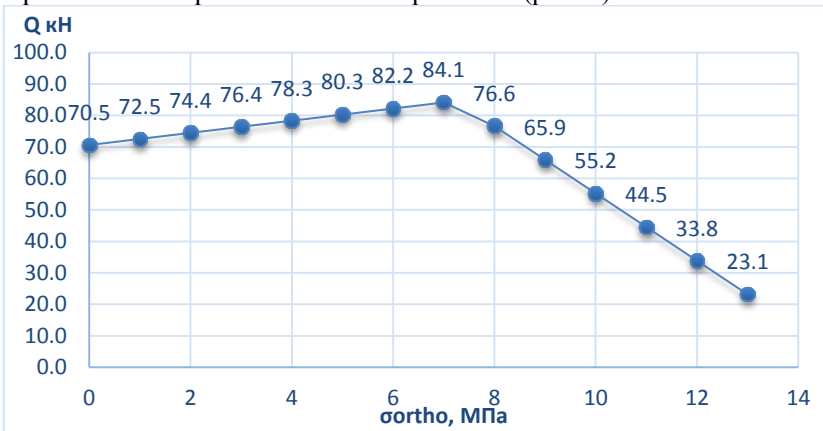


Рис. 1. Влияние напряжений σ_{ortho} ортогонально действию сдвигающей силы Q на несущую способность закладной детали

На основании полученной зависимости можно сделать вывод, что для оптимальной работы закладных деталей необходимо, чтобы ортогональные напряжения не превышали 7-8 МПа.

Зафиксируем значение ортогональных напряжений σ_{ortho} рассмотрим влияние напряжений σ_{codir} вдоль действия сдвигающей силы (рис. 2).

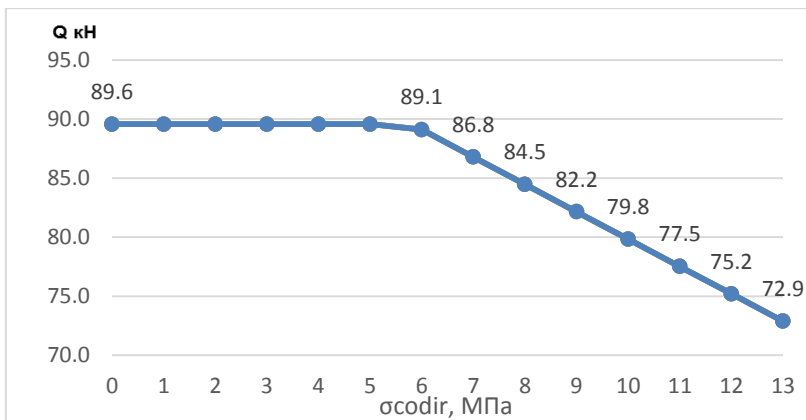


Рис. 2. Влияние напряжений σ_{codir} вдоль действия сдвигающей силы Q на несущую способность закладной детали

Данная зависимость отражает, что напряжения σ_{codir} ниже 6МПа не оказывают существенного влияния на несущую способность закладных деталей. С увеличением напряжений происходит заметное снижение.

Аналогичные графики были построены для бетонных элементов. Полученные зависимости отражали, что при напряжениях в бетоне σ_{ortho} свыше 6МПа происходит снижение несущей способности закладных деталей. В свою очередь, повышение напряжений σ_{codir} пропорционально снижению несущей способности.

Полученные зависимости используются при разработке новых типовых конструктивных решений крупнопанельных зданий, которые являются более экономичными [1].

Очевидно, что в случае многократного возведения зданий по типовым проектам, даже небольшое снижение затрат может дать существенный экономический эффект [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО 11161516-217-2016
2. Головин Н.Г., Бедов А.И., Силантьев А.С., Воронов А.А. Расчет трещиностойкости монолитных железобетонных конструкций многоэтажных зданий с учетом развития деформаций усадки. Вестник МГСУ. 2013. № 10. С. 36-42.
3. Тамразян А.Г., Филимонова Е.А. Оптимизация железобетонных конструкций с учетом анализа риска на примере железобетонной плиты перекрытия. В сборнике: Бетон и железобетон - взгляд в будущее научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. 2014. С. 365-378.

*Студент магистратуры 2 года обучения 1 группы ИСА Федоров С.К.
Научный руководитель – док. техн. наук, проф. Тонких Г.П., асп.
Г. Темиралиулы*

ИСПЫТАНИЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ, УСИЛЕННОЙ КОМПОЗИТНЫМ МАТЕРИАЛОМ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Целью данной работы является проведение экспериментальных исследований образцов из каменной кладки, усиленных композитными материалами на основе углеродного волокна, при действии статических нагрузок.

Для выполнения данной цели были решены следующие основные задачи:

- проведены экспериментальные исследования физико-механических характеристик материалов, использованных при изготовлении каменных образцов;
- проведено сравнение несущей способности каменной кладки при разных системах перевязки;
- проведен анализ влияния клея между элементом усиления и поверхностью образцов каменной кладки на несущую способность;
- проведено исследование несущей способности каменных образцов усиленных углеродными лентами и тканями, квадроаксиальными тканями и углеродными сетками на ремонтном составе;
- проведена оценка влияния количества слоев на несущую способность каменных образцов.

Для проведения экспериментально-теоретических исследований были изготовлены образцы из каменной кладки с размерами 1060x1060x250 мм.

Для кладки использовался полнотелый кирпич марки М125 и цементно-песчаный раствор М150. Для усиления использовались: углеродная однонаправленная лента FibArm шириной 300мм, углеродная сетка FibArm Grid, квадроаксиальная ткань, углеродная ткань FibArm Tape и клей FibArm Resin 230+ и 530+. Статическая нагрузка создавалась в силовой раме с помощью ручного насоса НРГ-7020 и гидравлического домкрата ДГ-50П150. Для проведения испытаний были изготовлены образцы из каменной кладки 8-ми серий, по 4 шт. для эталонной и по 3 шт. для усиленных серий.

Исходя из результатов испытаний, эталонные образцы КЭ-1 и КЭ-2, выполненные из сплошной кладки с цепной системой перевязки, и образцы КЭ-3 и КЭ-4, выполненные из кладки с многорядной системой перевязки, разрушились практически при одинаковой нагрузке.

Разрушение образцов серии КЭ происходило хрупко, по перевязанному сечению кладки вдоль сжатой диагонали с образованием одной трещины, т.е. по достижении каменной кладкой предельных значений по главным растягивающим напряжениям.

Анализ результатов проведенных испытаний показал, что несущая способность каменной кладки, при усилении углеродным волокном, увеличивается от 14,1% до 73,2%. Характер разрушения усиленных образцов полностью совпадает с разрушением эталонных образцов.

Установлено, что деформации сжатия и растяжения, усиленных образцов, по сравнению деформациями образцов эталонной серии возросли. При этом деформации сжатия в среднем увеличились в 2,75 раз, а деформации растяжения в 6 раз.

Для определения теоретического значения несущей способности образцов, усиленных композитным материалом на основе углеродного волокна предлагается использовать физическую характеристику k [1], учитывающую прочностные характеристики углеволокна, площадь усиления, относительно общей площади поверхности конструкции, ширину, толщину и количество слоев:

$$k = \frac{A_{a_i}}{A_k} \cdot b_{fib} \cdot \delta_{fib} \cdot R_{fib} \cdot n, \text{ [безразмерная величина]}, \quad (1)$$

где : A_{a_i} – площадь усиления из композитного материала, m^2 ;

A_k – площадь поверхности каменной кладки, m^2 ;

b_{fib} – ширина углеволокна, m ;

δ_{fib} – толщина ленты одного слоя, m ;

R_{fib} – среднее значение прочности углеволокна на растяжение, Pa ;

n – количество слоев углеволокна.

В результате сравнительного анализа, влияния количества слоев композитного материала на несущую способность, было установлено, что при двойном или тройном количестве слоев усиления, несущая способность по отношению к одному слою усиления увеличивается незначительно.

Таким образом, исходя из результатов испытаний, предлагается к физической характеристике k ввести поправочный коэффициент, учитывающий повышение несущей способности для второго и третьего слоев усиления, равный соответственно 0,2 и 0,1. Так при трёх слоях усиления количество слоев следует принимать равным $n = 1+0,2+0,1 = 1,3$, а при двух слоях усиления $n = 1+0,2 = 1,2$.

В результате анализа проведенных испытаний предлагаются следующие аналитические зависимости для определения повышения сдвигающего усилия Q кладки по отношению к эталону Q_0 :

- для кладки, усиленной углеродными лентами и тканями без использования выравнивающего состава:

$$Q = (0,35 \ln \cdot (k+80) - 0,53) \cdot Q_0; \quad (2)$$

- для кладки, усиленной углеродными лентами и тканями с использованием выравнивающего состава:

$$Q = (0,0394 \ln \cdot (k) + 1,1659) \cdot Q_0; \quad (3)$$

- для кладки, усиленной углеродной сеткой на выравнивающем составе, несущую способность предлагается определять по зависимости:

$$Q = (0,0209 \ln \cdot (k) + 1,0915) \cdot Q_0, \quad (4)$$

где Q_0 – несущая способность каменной кладки без усиления в соответствии с указаниями: [2]

$$Q_0 \leq \frac{R_{tq} \cdot l}{v} \quad (5)$$

где h – толщина стены; l – длина усиливаемого участка стены;

v – коэффициент неравномерности касательных напряжений в сечении.

Для прямоугольных сечений v допускается принимать 1,5;

R_{tq} – расчетное сопротивление скалыванию кладки [1].

Предложенные аналитические зависимости определения сдвигающего усилия Q , с учетом физической характеристики k , учитывающей прочностные характеристики углеволокна, площадь усиления, относительно общей площади поверхности конструкции, ширину, толщину и количество слоев, с достаточной для практических расчетов точностью, позволяют определять повышение несущей способности каменной кладки за счёт применения системы внешнего армирования на основе углеродного волокна;

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тонких Г.П., Кабанцев О.В., Грановский А.В., Симаков О.А. «Экспериментальные исследования сейсмоусиления каменной кладки системой внешнего армирования на основе углеволокна». Вестник ТГАСУ № 6, 2014 г, С 57-69.

2. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*.

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В АРХИТЕКТУРЕ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

Студенты 3 курса 13 группы ИСА **Борисов В.А., Муртазин А.Р.**
Научный руководитель - ст. преп. **К.О. Ларионова**

АНАЛИЗ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ ПОДВАЛЬНОГО ЭТАЖА УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО КОРПУСА МГСУ С УЧЁТОМ ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ

Коммуникационные помещения обеспечивают передвижение людей и взаимосвязь между помещениями здания. Особенно важной скоростью движения людей становится при возникновении пожара в здании или другой аварийной ситуации. Правильное объёмно-планировочное решение здания уменьшает время движения людских потоков, предотвращает возникновение паники во время эвакуации. [1-4] В результате проведенных исследований в коридоре подвального этажа УЛК МГСУ (рис. 1) при большом количестве людей в потоке было выявлено увеличение времени движения:

- в 2 раза при наличии лестничного марша на пути эвакуации,
- в 1.5 раза при наличии поворота на 90 градусов,
- в 4 раза при наличии на пути двух открытых дверных проемов

Что заставило нас задуматься и предложить свой вариант объёмно-планировочного решения подвального этажа УЛК. Для уменьшения времени движения людей и сокращения паники необходимо исключить: препятствия на путях эвакуации, сужения коммуникационных помещений, а также минимизировать количество поворотов или вовсе предусмотреть возможность их отсутствия.

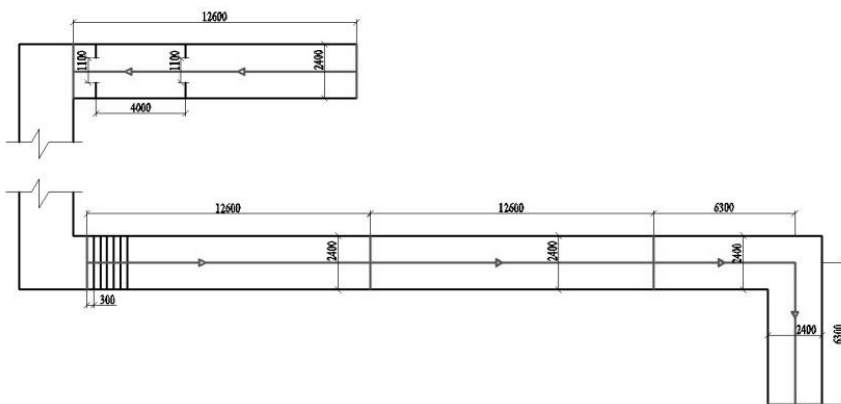


Рис. 1. Исследуемый объект

На рис. 2 имеющиеся эвакуационные выходы выделены прямоугольником, участки, где происходит резкое увеличение плотности потока, выделены кругом. На рис. 3 штриховкой выделены освободившиеся площади, которые можно задействовать под учебные лаборатории, прямоугольником выделены старые эвакуационные выходы, стрелками показаны пути эвакуации и овалами выделены новые эвакуационные выходы. Предложенные изменения в объёмно-планировочном решении подвального этажа Учебно-лабораторного корпуса позволят:

- увеличить площадь, используемую под учебные лаборатории,
- увеличить удобство и скорость передвижения людей, что ускорит время эвакуации и уменьшит панику.

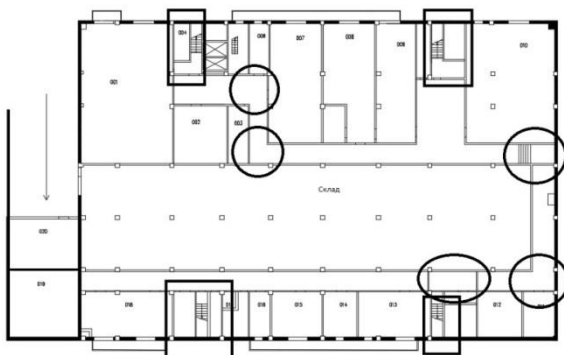


Рис. 2. Существующая схема плана подвального этажа УЛК

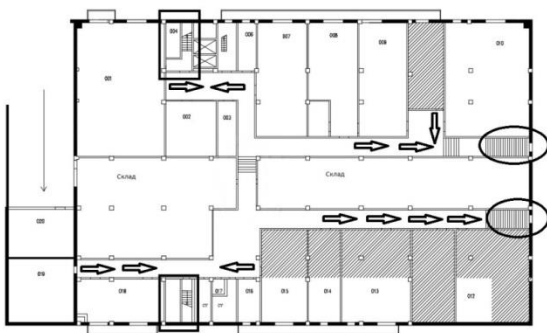


Рис. 3. Вариант перепланировки схемы плана подвального этажа УЛК

Студентка 2 курса 40 группы ИСА **Бызова Д.О.**
Студентка 3 курса 26 группы ИСА **Янова Р.Ю.**
Научный руководитель – асс. **Сорокоумова Т.В.**

"ЗЕЛЕННЫЕ СТАНДАРТЫ" ЗА РУБЕЖОМ

Зелёное строительство - тип строительства и эксплуатации зданий, который стремится понизить негативное воздействие на экологию среды, понизить уровень использования материальных и энергетических ресурсов в течение жизненного цикла зданий.

Главными факторами для внедрения технологий «зеленого строительства» являются: предотвращение увеличения загрязнения природы и стремление к экономичному потреблению энергетических ресурсов планеты (газ, нефть).

В мире существует несколько примеров систем сертификации экологического строительства - «зеленые стандарты» (табл. 1).

Положительным моментом сертификации на соответствие стандартам зеленого строительства является получение независимой оценки объекта строительства, увеличение инвестиционной привлекательности проекта.

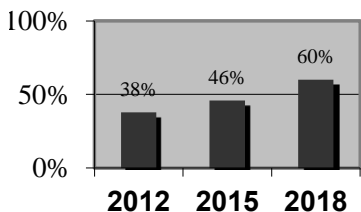


Рис.1 Процент внедрения в строительство по миру

Факторы увеличения инвестиционной привлекательности объектов зеленого строительства:

- понижение операционных расходов на 25–30 % за счет уменьшения использования энергии;
- улучшение работоспособности сотрудников на 1 % -1.5 %.

Приведем краткий обзор некоторых зданий, сертифицированных по «зеленым стандартам».

Бизнес-центр «The Edge» (BREEAM)

- Применение smart-система управления микроклиматом здания
- Проект здания принимает во внимание всю специфику положения солнца. Солнечные панели вырабатывают энергию для систем вентиляции и отопления.
- Дождевая вода собирается специальным механизмом для орошения территории.



Рис. 2. Бизнес-центр

Шесть тысяч элементов освещения управляют при помощи компьютера, принимающим решения в соответствии с установленными по всему зданию датчиками освещения, температуры, движения.

Таблица 1

Системы сертификации экологического строительства

	BREEAM (Великобритания) кол. зданий - 116 тыс.	LEED (США) кол. зданий - 11 тыс.	HQE (Франция) кол. зданий - 460 тыс.
Объекты сертификации	Офисные центры Промышленные объекты Общеобразовательные учреждения Тюрьмы Экодома	Эксплуатирующие здания Школы Коммерческие площади Интерьерный дизайн	Административные здания Здания сферы услуг Реконструируемые сооружения
	Жилая недвижимость Торговые площади Загородное домостроение		
Особенности	Возможность привлечения эксперта на стадии проектирования Поиск инновационного подхода	Использование инноваций Обеспечение благоприятных климатических условий Создание альтернативных видов транспорта	Научные и технические наработки Комплексные системы управления Акцент на комфорт Свободный доступ ко всем документам
	Учитываются национальные особенности и местные строительные стандарты Система защиты окружающей среды Сосредоточенность на здоровье человека		
Основные разделы оценки	Энергия Экология Безопасность жизнедеятельности Транспорт Вода Материалы Утилизация отходов Использование земли Загрязнение	Прилегающая территория Эффективность использования водных ресурсов Материалы и ресурсная база Энергия Качество внутреннего воздуха Новые стратегии	Энергия Окружающая среда Здоровье Комфорт

Ратгерская бизнес-школа (LEED)

- Использование геотермального оборудования и солнечные панели
- Утилизация дождевой воды осуществляется с помощью современной системы биодренажа.



Рис. 3. Бизнес-школа

Марокканское агентство по солнечной энергии (HQE)

- Использование алюминиевых фасадов для уменьшения их нагрева;
- Внешние ограждающие конструкции имеют высокие свойства изоляции;
- Разработана естественная система отопления и охлаждения; ветровая башня используется для охлаждения конференц-зала и открытых общественных пространств.
- Переработанная пробка применялась для теплоизоляции части здания.

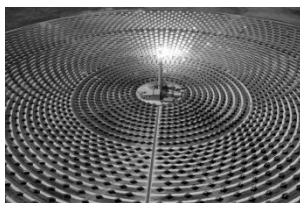


Рис. 4. Марокканское агентство

На данном этапе исследования, проведён анализ зарубежного опыта по разработке и внедрению «зелёных стандартов», рассмотрены реальные сертифицированные объекты. Необходимо создание адаптированного «зеленого стандарта» на примере зарубежного опыта в России с учетом местных климатических особенностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гаевская З. А., Лазарева Ю. С., Лазарев А. Н.* Проблемы внедрения системы «зеленых» стандартов // Молодой ученый. 2015. №16. С. 145-152.
2. *Дорожкина Е.А.* Зеленый город: значение искусственных озелененных территорий для современных городов//НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ИННОВАЦИИ Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2015. С. 177-179.
3. *Иванова К. А., Журенкова А. С.* «Зеленые» стандарты в строительстве // Молодой ученый. — 2016. — №9.1. — С. 31-34.
4. *Кондрачук О.Е., Петренко Я.И.* Перспективы развития экологического и энергоэффективного строительства в России // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-3. – С. 579-583.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТБО В НОВЫХ ГОРОДАХ

Одной из проблем современного города является сбор и транспортировка ТБО. В условиях плотной застройки не всегда возможно выполнение нормативных расстояний для установки контейнеров, и зачастую это не только портит архитектурную привлекательность города, но и воздух зловонным запахом отходов, тем самым ухудшая экологическое состояние города. Так же работа по сбору и транспортировке мусора является не самой приятной и антисанитарной. При контейнерном сборе мусора так же является проблемой его сепарация – разделение отходов по видам: бумага, пищевые, стекло, металл, пластмасса и другое. Одним из решений этой проблемы является пневматическая (вакуумная) система отвода ТБО с территории города. При рассмотрении этой системы первым решается вопрос о ее размещении в городской застройке. Такая система отвода мусора, хотя и является очень эффективной, но так же и дорогостоящей и энергозатратной. Первой проблемой в установке этой системы является пространство – такая система не подходит для уже сформировавшихся городов. Простое объяснение этому – это большие затраты на перемещение уже существующих подземных сетей и транспортных коммуникаций или обход их с помощью удлинения путей труб для транспортировки мусора. Зачастую в условиях городской застройки вообще невозможно найти места для прокладки новых сетей. Из этого следует, что размещать вакуумную систему ТБО можно лишь на новых территориях или же на территориях еще не до конца сформировавшихся городов. Одним из примеров такого города является город Сонгдо (Южная Корея). При строительстве этого города-будущего были введены не только новые технологии в систему эксплуатации зданий и сооружений, но и в сборе мусора. Система мусороотвода там все еще совершенствуется, но уже является более эффективной, чем обычная система вывоза мусора. Она решает все проблемы связанные со сбором ТБО, его транспортировкой, запахами, антисанитарией и другое. Внедрение этой технологии началось уже и в Россию (Северное Чертаново – Москва). Рассмотрим поближе строение этой системы. Пневматическая система ТБО состоит из:

1) Приемных люков (загрузочных) – обычно они делаются автоматическими (открываются при помощи электронного ключа), бывают двух типов: отдельно стоящие и встроенные в здания. В состав прием-

ных люков также входит небольшой накопитель временного хранения мусора.

2) Трубы, по которым при помощи сжатого воздуха перемещаются отходы. Попадание ТБО в трубы производится двумя способами: либо отходы попадают туда в своем обычном состоянии, либо они сжимаются для удобства дальнейшей транспортировки.

3) Накопитель ТБО, то есть станция мусоросбора. Это отдельно стоящее здание, обычно углубленное несколькими этажами под землю, в которой находятся: мусорораспределительное (фильтровальное) оборудование, вакуумные насосы (компрессоры, нагнетающие воздух), контейнеры для сбора мусора (где пищевые отходы – охлаждающее оборудование) и сама система управления всем процессом сбора отходов. Обычно сбор отходов производится два раза в день – утром и вечером. Такая система позволяет значительно уменьшить энергозатраты. Пневматическая система сбора ТБО имеет очень сложную автоматизацию. Но это предоставляет возможность автоматической диагностики всей системы, автоматическому управлению всеми действиями механизма, что не требует большого количества рабочего состава и улучшает качество работы персонала.

Из этого следует, что использование вакуумной системы сбора ТБО является не только экологически выгодной (отсутствие неприятных запахов и остатков отходов), но и имеет несколько других положительных черт, в которых нуждаются города будущего:

- Экологичность (отсутствие запахов, насекомых и грызунов) и разбросанного мусора
- Экономичность (затраты на транспортировку таким способом намного меньше, чем стандартным способом с помощью контейнеров)
- Минимальная площадь использования (экономия пространства)
- Новые возможности для сепарации (мгновенное разделение и так же переработка отходов)
- Улучшение безопасности жителей, а так же транспортных средств, за счет освобождения дорог от мусоровозов (уменьшение заторов).

Хотя в настоящее время пневматическая система мусоросбора имеет относительно небольшой радиус действия, ученые разрабатывают новые технологии для его увеличения (например: увеличение мощности компрессоров). Так же сейчас внедряются новые типы труб, меньшего диаметра (250-300мм, вместо 400-500). Эта технология уже широко применяется в других странах мира (Стокгольм, Швеция; Уэмбли Сити, Лондон, Великобритания; Барселона, Испания; Жемчужина Катара, Доха, Катар; Остров Рузвельта, Нью-Йорк, США и другие страны), а так же начинает широко использоваться и в России.

«РЕЧНОЙ ТРАМВАЙ» – МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ

Москва является центром притяжения людей, цели и способы перемещений в ней различны, но общественный транспорт – это неотъемлемая часть инфраструктуры города. С каждым годом пассажиропоток растет, растет и город, следовательно, появляются новые места тяготения, поэтому необходимы новые дороги и пути. Но автомобильные дороги сильно загружены, а проложить линии скоростного внеуличного транспорта (СВТ) возможно не везде в силу различных причин (геологических, из-за сложившейся застройки и др.), поэтому альтернативный вид транспорта станет не только помощью в борьбе с загруженностью дорог и линий СВТ, но и объектом достояния, привлечет внимания туристов[1]. Такой вид транспорта – «речной трамвай» (рис.1) предложили в международном градостроительном конкурсе на концепцию развития территорий Москвы-реки SWA Group (США)[2] и их российский партнер: бюро «Рождественка»[3]. Их проект не осуществлен ни в одной стране.

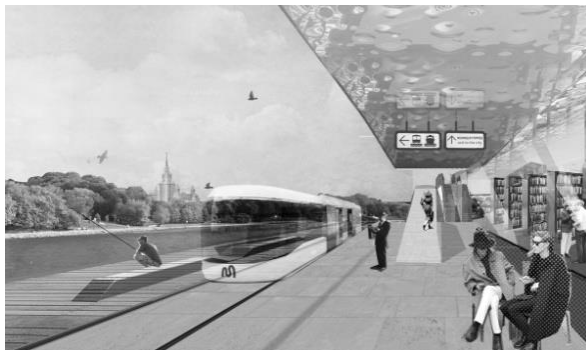


Рис. 1. Речной трамвай

«Речной трамвай» движется в основном вдоль берега по эстакаде, которая находится над водой, что позволяет не урезать территории дорог и пешеходов. Также прокладка такого маршрута выгодно использует пространство под мостами. Контактный рельс располагается в рельсах, в отличие от классического трамвая, для которого, в основном, применяется воздушная контактная сеть.

«Речной трамвай» не является теплоходом. Он включает в себе интеграцию главных качеств трамвая и теплохода. Общее у «речного трамвая» с теплоходом только то, что они оба используют водную тер-

риторию для перемещения по местности, только теплоход идет по самой водной глади, а «речной трамвай» над ней.

Если существует теплоход, то зачем же нам «речной трамвай», или почему не проложить еще один путь для трамвая по земле?

Ответ заключается в преимуществах «речного трамвая» перед уже существующими видами транспорта.

Перед теплоходами:

- развивает большую скорость;
- комфорт поездки в любое время года.

Недостатки классического трамвая перед речным:

- выделенная полоса;
- не может пройти под некоторыми мостами.

Перед метро:

- стоимость;
- расположение маршрута (вдоль реки нет возможности проложить метро);
- скорость строительства.

Выгодность именно такого маршрута-маршрута по реке заключается в том, что:

- за 2 часа соединяются 2 крайние точки Москвы;
- он проходит через исторические и культурные центры города, также соединяет и деловые центры (соединяет основные достопримечательности Москвы);

- поможет развить труднодоступные районы Москвы.

Также этот маршрут в проекте увязан с системой метро, МЦК(рис.2) и трамвайной сетью(рис.3). Он имеет длину в 58км[3].

Я предлагаю увязать линию «речного трамвая» еще и с железнодорожным сообщением, что добавит удобства в системе передвижений по Москве.

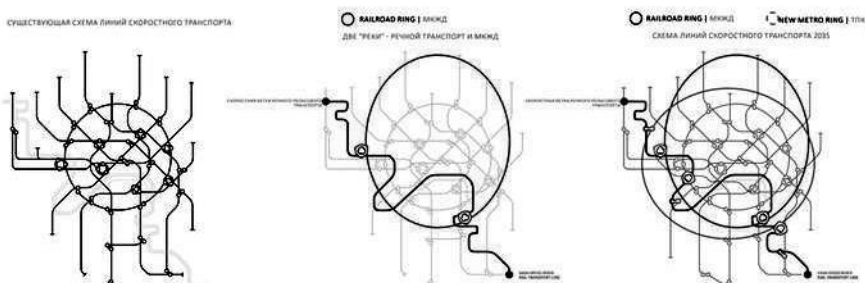
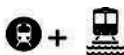


Рис. 2. Увязка речного трамвая с метро и МЦК

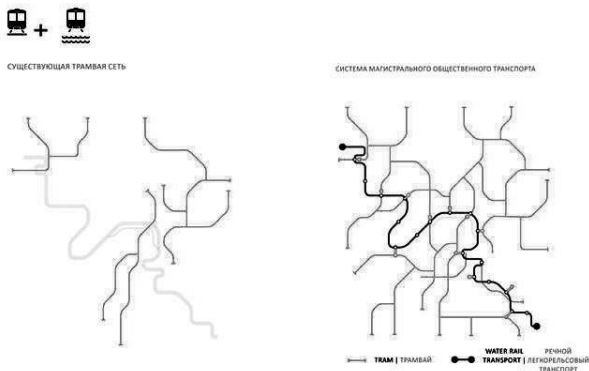


Рис. 3. Увязка речного трамвая с трамвайной сетью

Эстетика данной разновидности трамвая имеет не последнее место. Это достоинство привлечет не только туристов, но и жителей Москвы и Подмосковья.

SWA Group и АБ «Рождественка» разработали проект «речного трамвая» в Москве, но я предлагаю рассмотреть его более обширно.

Применение «речного трамвая» можно расширить до использования его как междугородного транспорта. Это возможно за счет увязки рек и возможности варьирования трамвая из речного в обычный.

Осуществление проекта «речного трамвая» в Московской области позволит соединить ее отдаленные точки со столицей, разные города. Это разгрузит Москву и привлечет туристов в те места, в которые был затруднен проезд (несколькими пересадками, отсутствием проезда на общественном транспорте и др.).

Далее возможно соединить Московскую область с другими областями. Например: р. Москва (Москва, Московская область) – р. Ока (Московская, Калужская, Тульская, Рязанская области)

Сложность осуществления и недостатки «речного трамвая» заключаются в экономических ресурсах, в работе над водой, увязке с водным транспортном, уменьшение свободного водного пространства. Но везде есть свои минусы, а когда плюсы значимы, то и воплощение нового проекта имеет место быть.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилина Н.В. Организация транспортного обслуживания населения агломераций: существующий опыт и тенденции развития. Научное обозрение. 2016. № 10. С. 304-308.
2. Официальный сайт SWA Group. URL: <http://www.swagroup.com>
3. Официальный сайт АБ «Рождественка». URL: <http://rdnk.ru>

ГОРОД КАК ФОРМООБРАЗУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ СОЦИАЛЬНОГО ОБЩЕСТВА

Город – это многофункциональная структура, в которой осуществляется комплекс тесно взаимосвязанных видов деятельности. Люди перебираются в города, чтобы обеспечить себе комфортный уровень жизни и стабильный заработок. Как правило, современный мегаполис порождает множество факторов, негативно влияющих на качество жизни людей и характер их социального взаимодействия. К таким факторам можно отнести непрекращающийся шум, плохую экологию, зачастую нерациональную систему расположения зданий и автомобильных трасс и т.д. Множество подобных негативных факторов, а также ускоряющийся темп жизни отдельного человека, заставляет простого горожанина жить в состоянии постоянного стресса и психологического неравновесия.

Данная проблема является актуальной, поэтому требует проведение более тщательного и глубокого исследований в этой области, чтобы, впоследствии, улучшить качество жизни людей.

В данной работе дан краткий анализ сложившейся ситуации. Научный центр The Economist Intelligence Unit выявил, что лучшие для жизни города мира представляют собой средние городские агломерации в экономически развитых странах (Австралия, Канада, Новая Зеландия) с низкой плотностью населения.



Рис.1. Мельбурн

Рассмотрим данную ситуацию на примере двух городов с отличным друг от друга качеством жизни. Мельбурн является культурная столица Австралии. Уже в третий раз подряд оказался на первой строчке в рейтинге городов наиболее пригодных для жизни, от газеты The Economist. Плотность населения 453 чел./км².

Главные плюсы города Мельбурн:

1. Рациональная градостроительная структура
2. Имеет развитую транспортную систему
3. В городе запроектировано большое количество мест для рекреации (парков, садов). На автомобильных дорогах предусмотрены вспомогательные полосы для проезда велотранспорта.
4. Общественные объекты города оборудованы подземными и отдельно стоящими автомобильными парковками.
5. Большое количество театров, музеев, развлекательных центров в шаговой доступности (рационально расположенные по отдельным районам)
6. Бесплатная медицина.
7. Автоматизирована сеть городского социального обслуживания

Дакка — столица Бангладеш, ежегодный рост населения — около 4,2 %. В рейтинге городов, наиболее пригодных для жизни, занимает предпоследнюю строчку. Это самый густонаселенный район нашей планеты. Плотность населения 44 000 чел. на км².

Главные минусы города:

1. Перенаселение
2. Плотная застройка, влечет проблемы с обеспечением чистоты города
3. Нет рациональной транспортной системы и выделенных полос для специально транспорта, что влечет за собой пробки
4. Низкое материальное положение общества в целом
5. Не обеспечена городская система водоснабжения
7. Высокий уровень преступности, терроризм

Выделим некоторые критерии качества жизни общества:

1. Градостроительная ситуация, зонирование территорий.

2. Планировка транспортных сетей города, необходимое количество развязок и вспомогательных дублирующих улиц, выделенных полос транспорта.

3. Достаточное количество общественных мест, культурно развлекательных центров, зон для досуга и рекреации, благоустройство городской среды.



Рис.2. Дакка

4. Обеспечение пешеходных зон, зон для ожидания общественного транспорта
5. Социальная поддержка и защита горожан
6. Экологическая ситуация

Перед урборазвитием стоит ряд проблем демографического, экологического и социального характера.

Эти проблемы требуют незамедлительных решений. Рассмотрим несколько способов, которые позволят решить проблемы мегаполисов:

- Предоставление большого пешеходного пространства
- Предоставление комфортных условий для альтернативных видов транспорта в теплое время года (велосипед, скейтборд, сигвей)
- Озеленение (человеку комфортнее рядом с природой)
- Введение норм по обязательствам предприятий по использованию новейших технологий по очистке вод и переработке отходов, выбросам в окружающую среду.
- Разработать серию проектов автономного строительного освоения воздушного пространства над городом
- Разработать технологию подземного строительства.

Города формируют современное общество. В настоящее время большое внимание уделяется транспорту. При расчете уличного движения учитывается плотность автомобильного потока, а плотность движения пешеходов не рассматривается. Поэтому нужно стремиться к сокращению на дорогах индивидуального транспорта, облагораживать общественный транспорт и увеличивать пешеходные зоны. Человек – это основа формирования городского пространства, все должно быть соизмеримо ему.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рейтинг городов мира по уровню качества жизни в 2016 году [<http://gtmarket.ru/news/2016/08/26/7299>]
2. Дакка: хроники социальной помойки, или как пережить 5 дней в ужасном мегаполисе [<http://puerrtto.livejournal.com/255855.html>]
3. Фильм "Человеческий масштаб / The Human Scale" Дата/Год выпуска: 2012. Страна: Дания, Бангладеш, Китай, Новая Зеландия, США Жанр: Документальный
4. Алексеев Ю.В., Родионовская И.С. Формирование градостроительных комплексов, зданий и сооружений с эксплуатируемыми крышами -террасами и мансардами: Учеб. Пособие/Моск. гос. строит. ун -т. -М., 1998. 152 с.

КОНЦЕПЦИЯ АВТОМОБИЛЯ БУДУЩЕГО

В наши дни наличием индивидуального транспорта никого не удивишь, мало того, среднестатистическая московская семья имеет от одного до трёх автомобильных средств. Ввиду постоянного и, зачастую, нерационального применения автотранспорта жители страдают от пробок, излишнего шума, загазованности и стресса от медленного перемещения внутри черты города. Эти проблемы актуальны и в них нет ничего нового, многие города мира испытывают подобные трудности, и эти трудности нужно преодолевать. Помимо строительства новых дорог и расширения уже имеющихся, есть и другие способы радикального изменения ситуации на дорогах и прилегающих к ним территориях. Анализ литературных источников[1...5] показал, что в настоящее время актуальными являются следующие направления развития транспорта: уменьшение размеров, ликвидация колёсной базы и переход на более экономичные виды топлива, в основном на электроэнергию. Рассмотрим подробнее каждое из направлений.

В настоящее время большинство индивидуального автотранспорта, будь то легковая машина, внедорожник или минивэн, имеют три отдельных пространства или отсека: отсек для двигателя, куда входят практически все системы питания двигателя, отсек для пассажиров и отсек для грузов. Но, по данным экспериментального исследования грузовое пространство зачастую оказывается просто не нужным. Во время передвижения из дома на работу и обратно водитель находится один в автомобиле, и не перевозит никаких грузов, то есть, использует не более половины всего его пространства.

Однако решение вопроса существует. В 2012 году на российском автомобильном рынке появилась немецкая фирма, которая смогла уменьшить автомобиль до размеров, занимающих всего 5 м^2 дороги вместо 9 м^2 стандартного легкового автомобиля, то есть разница почти в 2 раза. И таких потрясающих результатов добилась инженеры фирмы SMART. Вне всякого сомнения, с финансовой точки зрения, автомобиль недешев, его стоимость примерно 1.000.000 рублей, а люди с более высоким достатком, которые могут его себе позволить, предпочитают автомобили бизнес класса, кроссоверы и спорт кары. Стоит лишь конста-



Рис.1. Автомобиль марки SMART

тировать тот факт, что транспортная обстановка на дорогах и автомагистралях изменилась бы в лучшую сторону, если бы ее ним передвигались не тяжелые внедорожники, а вполне себе миниатюрные, и, что самое главное, быстрые и маневренные SMARTы.

Нельзя отрицать тот факт, что чем меньше габариты машины, тем более вероятен шанс летального исхода при аварии. Но автомобили в настоящее время уже оборудованы различными системами: антиблокировочная система, круиз-контроль, парктроник и так далее. Помимо того, существуют системы аварийной остановки автомобиля перед препятствием. Топовые инженеры автомобильной фирмы *Volvo* уже давно на стадии испытания данной системы. Ввиду данного факта, в ближайшие 25 лет можно прогнозировать, что компьютер автомобиля будет «видеть», что находится вокруг него на расстоянии нескольких десятков метров, даже в ночное время суток, полностью владеть ситуацией на дороге, синхронизироваться с другими автомобилями и принимать меры безопасности, направленные на избежание заведомо аварийных ситуаций. В таком случае, можно констатировать факт того, что все будет систематизировано, любой автомобиль, совершивший заведомо опасный манёвр, будет принудительно возвращен в движущийся автомобильный поток. Это снизит аварийность, нарушений на дорогах станет значительно меньше, что в значительной мере увеличит безопасность как водителей, так и пешеходов.

Безоговорочно, прогресс не стоит на месте, его темпы возрастают с геометрической прогрессией. Вполне возможно, что в ближайшие 25 лет человеку уже не придётся управлять своим автомобилем, а будет достаточно лишь назначить маршрут и заниматься своими делами, в то время, как автомобиль совершает автономное движение к пункту назначения. Эта теория достаточно футуристична, как летающие электромобилями, автопилот которых доставляет пассажиров в любую точку планеты в достаточно сжатые сроки.

К сожалению, в настоящее время говорить о таких средствах передвижения рано. Бесспорно, есть различные транспортные средства, которые передвигаются по воздуху, а именно на воздушной подушке. Наглядным примером такого автомобиля является *Volkswagen Aqua*. Несомненно, интереснейший проект, который может передвигаться как по суше, так и по воде, но, как факт, не может использоваться в условиях города будущего, как минимум из-за габаритов, а как максимум из-за перемещения достаточно большого количе-



Рис. 2. Автомобиль *Volkswagen Aqua*

ства воздушных масс под и вокруг подобного автомобиля, что создаст всевозможные аэродинамические проблемы во время передвижения двух автомобилей встречных направлений или обгоном одного автомобильного средства такого типа другим. Исходя минимум из этих фактов, можно сделать вывод, что автомобили на воздушной подушке еще не скоро станут полноправными участниками дорожного движения.

Что же касается смены двигателя с бензинового/дизельного на электрический, то в данном направлении человечество уже совершило множество прогрессивных и новаторских решений. Примером тому служит существование марки автомобилей, которые передвигаются исключительно с помощью электроэнергии. Это автомобили марки *TESLA*. Всего было выпущено порядка 140.000 автомобилей данной марки, а стоимость одного электрокара в порядка 100.000 \$, при том, что при полном заряде аккумуляторной батареи автомобиль может проехать до 400 км. В американском штате Калифорния



Рис.3. Электроавтомобиль марки *TESLA*

существует сеть заправок для электроавтомобилей. Три таких заправки находится и в Москве. К сожалению, остаётся констатировать факт, что проект электроавтомобиля в России в ближайшее время так и останется на стадии разработки. Поэтому бензиновые/дизельные автомобили достаточно долго будут иметь преимущество в таких вопросах.

Приоритетная цель в развитии индивидуального транспорта состоит в увеличении комфортности и безопасности пассажиров, находящихся внутри транспортного средства, увеличения автономности различных систем автомобиля, переход на более экономичные и безопасные для окружающей среды виды топлива, улучшение дорожной обстановки и, соответственно, решение транспортных проблем города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rubinyi K., The car in 2035. California, 2013. 12-142 с.
2. Данилина Н.В. Организация транспортного обслуживания населения агломерации: существующий опят и тенденции развития. Научное обозрение. 2016. № 10. С. 304-308.
3. <http://www.autofx.ru/doc/Smart-City/5479.html>
4. Козлов М. Колеса.py// Летают, но низенько. – 8.05.2016 <http://fishki.net/1374751-kak-rabotaet-avtomobil-tesla.html>

Студентка 4 курса 29 группы ИСА Егорова В.Д.

Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. Т.Р. Забалуева, проф., канд. техн. наук, проф. А.В. Захаров

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРНЫХ ЦЕНТРОВ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ

На протяжении веков происходит непрерывное развитие культуры. В течение этого процесса появляются новые виды досуговой деятельности, качество которых определяет уровень культуры того или иного общества. Таким образом, проблема организации досуга была важной во все времена.

Для начала надо определиться с терминологией. Что же мы называем культурным центром?

Термин «культурный центр» может иметь два значения:

1) многофункциональный комплекс, деятельность которого охватывает несколько видов искусства или сфер культуры. То есть учреждения и объекты с узкой специализацией, обслуживающих лишь одну из традиционных культурных функций (музейно-выставочная, библиотечная, концертно-театральная, образовательная, клубная и т. п.) назвать этим термином нельзя;

2) учреждение культуры, имеющее национальную, конфессиональную, социальную либо иную групповую ориентацию или принадлежность, знакомящее окружающее общество с определённой культурой, создавая условия для её сохранения, понимания и дальнейшего развития. Например, посольства и иные представительства стран, религиозных организаций, общественных объединений.

Следует отличать словосочетание «культурный центр» в смысле, складывающемся из значений двух этих слов по отдельности. Например: «Москва — крупный культурный и промышленный центр» и т. п.

Ещё одним значением может быть особая зона или район городской застройки, где по замыслу градостроителей (или же исторически) сосредоточены здания и сооружения именно культурного назначения (театры, музеи, библиотеки, иногда стадионы или даже парки и т. п.).

Таким образом выясняется, что границы термина довольно размыты. Это организации широкого профиля со всевозможной просветительской и образовательной работой, где сотрудничают культура и наука.

В наше время, из-за активного использования новых технологий и широкого распространения социальных сетей, происходит дефицит живого общения. Проблема организации общественного пространства для коммуникации, творческого и образовательного развития, интересного

проведения досуга граждан весьма актуальна. Для того чтобы понять, как грамотно организовать её решение, обратимся к истории.

В Древней Греции архитектурными сооружениями общественного характера служили театры, стадионы, гимназии, библиотеки, храмы. В Римской культуре появились первые многофункциональные центры – термы, в которых находились помещения массажа и бань, бассейнов, спортивных арен, библиотек, садов, комнат деловых встреч, лоджий для диспутов.

В средние века для каждого класса общества существовали свои объекты досуговой деятельности. Для феодалов это дворцы и загородные резиденции, в которых проводились балы, турниры, и пиры. Для ремесленников – простые цеха, выполняющие роль первичных клубных ячеек. Свои особые центры были у духовенства: монастыри, включавшие множество функций, соборы, залы для собраний, трапезные, библиотеки, гостиницы, школы, винодельни, сельскохозяйственные угодья.

Появились нецерковные образовательные учреждения – первые университетские города, которые были устроены по принципу монастырей. Основные составляющие элементы: часовня, ворота, зал – одно из важнейших помещений в структуре университета, выполняющее функцию общих собраний учащихся, встреч и трапез.

В период капитализма снова появляются общедоступные досуговые сооружения – театр, выставочная галерея, парки. Зарождаются первые клубы по профессиональным и товарищеским признакам.

В середине XIX века происходит развитие зрелищно-развлекательных форм – кино, варьете, луна-парк, в которых главную роль играет молодежный характер развлечений.

Бурные политические и социальные изменения начала XX века, нашли отражение в архитектуре. В это время обособляются понятия молодежной политики, молодежной культуры, молодежного досуга, что приводит к появлению комплексов отдельно для молодёжи. В 50 - 60-е годы происходит переход от проектирования отдельных зданий к проектированию культурных центров. И немедленно наблюдается специализация учреждений культуры по видам обслуживания и по контингенту обслуживания.

Обширный практический опыт проектирования молодежных центров подкреплялся теоретическими работами. Начиная с 60-х годов, отвечая требованиям времени, помимо практических, проводятся теоретические разработки многофункциональных центров, универсальных досуговых центров, молодежных творческих центров.

В современной Москве большую популярность имеют проекты реконструкции индустриальных территорий и зданий. На месте опустевших фабрик и заводов развиваются жилые районы, появляются деловые

и культурные площадки. В пример можно привести многофункциональный культурный центр ЗИЛ, центр современного искусства Винзавод, центр дизайна и архитектуры Artplay, дизайн-завод Флакон и многие другие. Предоставляемый спектр услуг широк и разнообразен: от творческих мастерских, кафе и книжных магазинов до выставочных проектов, спектаклей и концертов. Развитие современных технологий позволяет сделать сферу образования и развлечений увлекательнее за счёт таких средств, как создание электронных баз библиотек, виртуальные туры по музеям, музыкальные и световые шоу, кинотеатры с воздействием на все органы чувств и прочие.

Но все эти объекты сосредоточены в Москве, что делает их труднодоступными для жителей ближайших городов, не говоря о сёлах, в которых нет альтернативных мест развлечения и отдыха.

На данный момент действует программа правительства РФ по созданию центров культурного развития в малых городах и сельской местности, целями которой являются:

- выравнивание качества услуг, предоставляемых учреждениями культуры в малых городах и сельской местности;
- создание возможностей для культурного развития населения;
- предотвращение оттока населения из малых городов и сельской местности и пр.

Реализация программы осуществляется в 3 этапа с 2013 по 2020 год.

Уже сейчас культурные центры работают над осуществлением цели - создать условия для творческого досуга и разностороннего развития граждан.

Вскоре в районе Строгино на месте кинотеатра «Таджикистан» построят двухэтажный культурно-досуговый центр, в котором будут организованы занятия по различным направлениям художественного и научно-технического творчества в клубных формированиях и любительских объединениях (студиях, мастерских и клубах по интересам).

Надеюсь, в ближайшие годы жителю каждого района, независимо от его социальной категории будут доступны подобные общественные организации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Википедия, свободная энциклопедия*
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Культурный_центр]
2. *Архитектон, известия вузов* [http://archvuz.ru/2004_1/25]
3. *Официальный сайт Правительства России*
[<http://government.ru>]

*Студентки 2 курса 40 группы ИСА Копытова Я.К., Балмашинова М.А.
Студентка 3 курса 26 группы ИСА Бибарцева Д.С.
Научный руководитель – асс. Сорокоумова Т.В.*

ОСОБЕННОСТИ ДЕРЕВЯННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕРЕВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СОВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Дерево – экологически чистый материал, имеющий уникальные строительные свойства. Американское архитектурное бюро SOM (Skidmore, Owings & Merrill), специализирующееся на проектировании небоскребов, задумалось о замене бетона деревом. Австралийская организация TDA (Timber Development Association) опубликовала результаты исследования, доказывающего, что возводить здания из дерева еще и на 10-15% дешевле по сравнению с общепринятыми для несущих конструкций материалами.

Современные технологии позволяют строителям совместить в проекте эко-архитектуру и традиции ручного ремесла. В настоящее время мы можем наблюдать множество примеров крупномасштабного строительства из древесины:

1. В 2013 году по проекту японского архитектора Шигеру Бана в Швейцарии было построено крупное офисное здание (рис.1), основной особенностью которого является то, что все несущие конструкции выполнены полностью из дерева. Проект представляет собой пятиэтажную постройку на деревянном каркасе с полностью остекленными фасадами.

2. В 2014 году в живописном районе Стокгольма был построен деревянный 9-этажный жилой дом по проекту бюро Wingårdhs Arkitekter (рис.2). Несущий каркас возведен из заранее изготовленных модулей – CLT-панелей, которые заанкерены в фундаментную плиту 23-х миллиметровыми металлическими стержнями, поднимающимися до уровня мансарды.

3. Проект самого высокого здания в Ванкувере также выполнен из дерева. Архитекторы используют для несущего каркаса только клееную древесину (рис.3). В конструкцию здания заложены два железобетонных ядра, а стальные балки должны переносить ветровые и сейсмические нагрузки в системе FFTT от главного идеолога высотного строительства из дерева Майкла Грина. Вся нагрузку на себя принимает диагональная сетка в структурных фасадах из CLT-панелей. Для жесткости конструкции две параллельные жилые пластины соединяются центральным общественным пространством.

Поперечными распорками служат перекинутые мосты и внешние диагональные связи.

4. Деревянное сооружение Metropol Parasol (Зонтик Метрополь) (рис.4), построенное в Севилье. Оно является самым большим сооружением в мире, благодаря своим огромным размерам (длина- 150 м., ширина- 70 м., высота- 26 м.). Несмотря на гигантские размеры и multifunctionality сооружения, оно сильно экономит пространство.



Рис. 1. Офисное здание, Швейцария

Рис. 2. 9-этажный жилой дом, Стокгольм

Рис. 3. Ванкувер.

Рис. 4. Metropol Parasol в Севилье

Положительные и отрицательные стороны деревянных зданий:

ПЛЮСЫ	МИНУСЫ
<ul style="list-style-type: none"> • Обладает бактерицидными свойствами, которые способствуют очищению воздуха в помещении. • Экологически чистая • Лёгкая и прочная • Имеет наиболее низкую стоимость • Даёт возможность вести строительство в зимнее время • Имеет низкую теплопроводность 	<ul style="list-style-type: none"> • Иногда имеет сучки и трещины, которые влияют на механические свойства • Имеет неоднородное строение • Подвержена влиянию влажности • Подвержена гниению • Является легко воспламеняемым материалом

Австралийская организация Timber Development Association (TDA) опубликовала результаты исследования под названием "Изучение стоимости коммерческих зданий - традиционный подход против проектов из дерева", по результатам которого оказалось, что проекты четырех разных типологий зданий, выполненные из железобетона или стали на 10-15% дороже зданий, построенных по тому же проекту, но из дерева. Проектной группой для всех четырех типологий были разработаны рабочие проекты, по которым независимые эксперты

составили сметы, рассчитав их как для деревянного каркаса, так и для более традиционных железобетонных и стальных конструкций. Экономия при строительстве из дерева для каждой типологии составила следующие цифры:

дом для престарелых	7-этажный офисное здание	одноэтажный ангар	8-этажный жилой дом
13,9%	12,4%	9,4%	2,2%

Сейчас почти в каждом крупном проекте здания из древесины применяются CLT-панели (cross laminated timber), которые представляют собой деревянные панели, состоящие из перекрестно расположенных пиломатериалов хвойных и лиственных пород. Слои пиломатериалов соединяются между собой путем склеивания полиуретановым клеем под высоким давлением.

Преимущества CLT панелей в сравнении с другими стройматериалами: высокая несущая способность; прочность; идеальная геометрия; быстрота и легкость монтажа, за счёт небольшого веса; не дают усадки; огнестойкость; экологичность; высокие теплоизоляционные характеристики; хорошая звукоизоляция; длительный срок эксплуатации.

В настоящее время ведётся много споров по поводу широкого использования деревянного строительства. Проекты многоэтажных деревянных домов должны соответствовать пожарной безопасности, шумоизоляции и гидроизоляции, тогда можно будет говорить об эффективности деревянных построек. Но проблема экологии реальна, и требует немедленного разрешения. Поэтому, вполне возможно, что совершенствование проектов, в которых используется дерево, поможет нам в попытках улучшения экологической обстановки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Котляров А. А., Забалуева Т. Р., Захаров А. В.* Современная концепция деревянного домостроения, или ошибки прошлого//Архитектура и строительство России. 2011. № 9. С. 20-27 «Стокгольмская высота», Е. Ровнова, 2014.
2. Т. Бурковская *Деревянные высотки: за и против*, 2016.
3. *Sharon Lam.* The Tallest Timber Tower Yet: Perkins + Will's Concept Proposal for River Beech Tower, 2016.
4. *А. Лукичев.* Будут ли в России деревянные небоскребы?, 2015 г.
5. Строительство из дерева позволяет сэкономить до 15% бюджета, интернет-издание archspeech, 2015.
6. Без клея и гвоздей, интернет-издание archi.ru, 2013.
7. *Ю. Шаронис.* Новые высоты деревянного конструктивизма, 2013.

*Студентка 4 курса 29 группы ИСА Мартынова Ю.И.
Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. Т.Р. Забалуева,
проф., канд. техн. наук, проф. А.В. Захаров*

РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В МОСКВЕ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Безумный темп жизни, несовершенство транспортных сетей и многие иные аспекты современной жизни городов-миллионеров вынуждают к поиску новых способов решения проблем и выхода из сложившейся ситуации. Все это и послужило предпосылками к строительству многофункциональных комплексов (МФК).

Многофункциональный комплекс включает в себя группу зданий, в которой находятся коммерческие, жилые и торговые помещения, офисы, развлекательные площади и прочее постройки. Иначе говоря, многофункциональный комплекс – это универсальный город в большом городе, в котором можно жить, работать и развлекаться.

В России первые МФК появляются в 90-х годах (к примеру «Смоленский пассаж», 1999 г.), но своими истоками уходят в дореволюционную Россию. Образцом служит традиционный купеческий дом, в котором на первом этаже находилась лавка, а выше – жилые помещения.

В своем классическом формате МФК должен осуществлять не менее трех функций, которые вне зависимости друг от друга станут приносить прибыль. МФК в мировом опыте – это объект с большой площадью, включающий в себе меньшие площади разного назначения - жилые, апартаменты, офисы, гостиничные, игровые, торговые, и прочие помещения. Данные площади должны работать как равноценные части одного комплекса. В то время как в практике российской МФК – это большое помещение конкретного назначения, которое дополняется помещениями иного предназначения. Эти второстепенные площади рассматривают как параллельную инфраструктуру.

Отмечу, что следует отличать МФК от бизнес-парков. Последние предполагают проектирование не «в высоту», а «вширь», имеют другие акценты и ранг арендаторов.

Развитие в Москве строительства МФК сопряжено с ограниченной территорией и высокими ценами на нее. Высотные многофункциональные здания столицы, безусловно, необходимы, так как здесь, ровно как и в других больших мировых мегаполисах, свободного места мало и городу эффективнее расти вверх, применяя интенсивный путь развития. Помимо этого, такие объекты способны придать Москве более динамичный, современный вид.

Стоит обратить внимание, что в кризис реализация многих МФК в столице была приостановлена. МФК принадлежит к достаточно дорогостоящим проектам - к бизнес-классу, который в разгар кризиса стал востребованным менее остальных. И так как жилая недвижимость просела значительно меньше, и ее восстановление проходит наиболее стремительными темпами, в настоящее время апартаменты захватывают наибольшую часть площадей в МФК.

Современная жизнь со своей гибкостью и высокими темпами ставит перед людьми повышенные требования ко времени, имеющее все большую важность. Большинство жителей столицы отдают предпочтение, чтобы все необходимое располагалось по возможности максимально близко. А это значит, что со стороны оптимизации времени МФК идеальны, поскольку в них можно одновременно жить, работать и проводить досуг.

Несомненно, что МФК являются одним из наиболее сложных объектов, но, не смотря на это, в Москве уже существует большое количество подобных комплексов.

В качестве примера наиболее известных сейчас комплексов можно выделить «Город столиц», который состоит из двух высотных башен «Москва» и «Санкт-Петербург». Тут почти в одинаковых частях представлены три вида помещений: апартаменты, офисы, и торговые. В составе многофункционального комплекса «Theoft» так же представлены апартаменты и офисные помещения. Причем под апартаменты выделено практически 70% всей площади здания.

Чаще всего в МФК часть площадей (или отдельные корпуса) – офисные (МФК «Триколор»), помимо этого в состав комплекса обязательно включается торговый сектор. Это может быть и отдельно стоящий торгово-развлекательный центр (МФК «Водный»), и зона на первых этажах жилых или офисных корпусов («Легенды Цветного»). В МФК «Фили Град» также предусмотрен, например, детский сад на внутренней территории, кафе, магазин. В рамках «Даниловской мануфактуры», МФК «Савеловский Сити», на территории находятся магазины, рестораны, кафе, отель, салоны красоты, фитнес-центр, офисы крупных компаний, а в комплексе «Новый Арбат 32» еще и медицинский центр.

Несмотря на то, что гостиницы стали включать в состав МФК позже других, именно они в ближайшее время будут неотъемлемой частью строящихся комплексов.

Это также сопряжено с развитием деловой и туристической активностью нашего государства и недостатком площадей с целью размещения людей.

В результате включение гостиничной составляющей – долгосрочные инвестиции, в следствии приносящие прибыль, превышающую отдачу от его офисной или торговой части. На данный момент в столице функционирует ряд подобных объектов, в которых есть гостиничная составляющая: комплекс "Swissotel Красные Холмы", Международный торговый центр, гостиница "Рэдиссон-Славянская", а наиболее крупные проекты в "Москва-Сити".

Многофункциональность продлевает рентабельность объекта. Согласование нескольких элементов в одном объекте дает возможности получать прибыль от комплекса на разных стадиях его формирования (сперва доход принесут торговые помещения, после офисы и затем – гостиничная составляющая, что и будет результатом основополагающим финансовым потоком).

Из-за своих недостатков МФК, расположенные далеко от центра Москвы, рискуют оказаться невостребованными. Появляется вопрос: где в столице нужны МФК? Наиболее подходящие для этого территории промышленных зон.

Оценивая вышесказанное, можно сказать, что строительство МФК на сегодняшний день - это необходимость и неизбежность, которая позволяет, с одной стороны, регулировать задачи становления инфраструктуры мегаполисов, а с другой - вкладывать инвесторам капиталы, дающие впоследствии доход.

Последующие перспективы развития МФК в столице, согласно мнению многих специалистов, возможны только лишь при осуществлении комплексных проектов освоения промышленных зон и реконструкции ветхого жилья в центре города. Причина простая — недостаток свободных земельных площадей в Москве.

В целом МФК — это достаточно перспективное направление. С годами популярность комплексов станет увеличиваться, только подходить к их строительству следует правильно, ведь от продуманности проекта будет определяться и рентабельность, и востребованность комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. УК Башни Москва-Сити [<http://башнисити.москва/>]
2. Обзор рынка коммерческой недвижимости [<http://irrg.ru/news/13530>]

КОНЦЕПЦИЯ «УМНОГО ГОРОДА»

В 2016 году доля городского населения составляла 54,5%, к 2030 году прогнозируется её увеличение до 60% [5]. Города продолжают расти, так как способны удовлетворить любые потребности современного человека. Соответственно, растут занимаемые ими территории. В результате, близко расположенные населённые пункты срастаются в городские агломерации, слияние последних приводит к образованию мегалополисов, и в итоге, размеры городских территории становятся колоссальными.

Города превращаются в сложные многокомпонентные системы, а проблема управления ими, поддержания их стабильности и жизнедеятельности становится всё острее. Как следствие, возникает ситуация, при которой все предоставляемые городами блага перекрываются трудностью в получении этих благ.

Решением сложившейся ситуации может являться реализация концепции «умного города». Международная организация по стандартизации дает следующее определение данной концепции: умный город – это модель, основанная на применении новых информационных технологий, таких как Интернет вещей, облачные вычисления, работа с большими объемами данных и на пространственно-географической информационной интеграции с целью облегчения планирования, строительства и управления службами городов. Основными принципами данной концепции являются: удобство взаимодействия со сферой коммунальных услуг, гибкость городского управления, сохранение комфортной жилой среды, «умная» инфраструктура, обеспечение долгосрочной эффективности сетевой безопасности [4].

В результате применения этой концепции город становится абсолютно единой системой. Использование новейших информационных технологий взаимоувязывает все компоненты, начиная от смартфонов, часов, микроскопических датчиков вплоть до сложных систем жизнеобеспечения и управления городом, в единую сеть. Все подключенные к данной сети устройства передают данные в реальном времени, на их основе программа проводит анализ текущей обстановки и делает прогнозы.

Это создает максимально комфортные условия жизни человека, минимизирует вероятность проявления негативных последствий человеческого фактора в управлении городом, рационализирует использование

ресурсов, улучшает экологическую обстановку и способствует устойчивому развитию городской среды.

Также концепция «умного города» подразумевает совершенно иной подход к градостроительству. На смену строгому зонированию территории приходит интеграция торговых площадей, офисных зданий, рекреационных зон, небольших производств в жилую застройку. Тем самым сокращаются внутригородские миграции и улучшается качество жизни.

Меняется и подход к строительству в связи с применением самых современных технологических процессов и материалов. Здания рассматриваются на всем цикле своего существования, в процессе которого ведется непрерывный online-мониторинг всех систем жизнеобеспечения.

Отдельное внимание уделяется транспортной системе, где главный акцент делается на переходе к беспилотным видам транспорта, создании единой сети, отслеживающей и анализирующей человеческие потоки и способной своевременно реагировать на их изменение.

Все эти инновации в купе рождают совершенно новый тип городского пространства, ориентированного на тесное взаимодействие с человеком и с окружающей природной средой. Передовиками в этой области стали испанский город Барселона, город-государство Сингапур и международная экономическая зона Сонгдо в Южной Корее. В столице Каталонии были применены замурованные в асфальт сенсоры для совершенствования системы парковки, а также создана единая операционная система, сводящая вместе все существующие системы и сервисы города. В результате, ОС владеет полной картиной происходящего в городе и способна прогнозировать ситуации на основе аналитики поступающих данных.

В Сингапуре правительством был запущен проект Smart Nation, объединяющий граждан, предпринимателей, ученых и чиновников с целью внедрения технологий в повседневную жизнь и создания прагматичной среды обитания жителей. Город Сонгдо является в отличие от предыдущих примеров проектом по созданию совершенно нового города, строительство которого было начато в 2005 году. Город занимает небольшую территорию, благодаря градостроительным решениям в любую его точку можно попасть за 15 минут езды на велосипеде. Также город оснащен огромным количеством датчиков, данные с которых поступают в центральный узел управления, где анализируются информация о состоянии улиц, дорог, домов и потребностях в энергии [3].

Таким образом, создание «умного города» как на базе существующих поселений, так и с нуля дает ощутимые результаты и является качественно новой ступенью в развитии городских территорий, в буду-

шем способной привести нас к целой сети «умных городов», объединенных между собой на глобальном уровне. Однако сегодня мы можем видеть лишь первые шаги к полноценной реализации этой концепции. Частичное воплощение некоторых пунктов можно встретить в огромном количестве городов по всему миру, в том числе и в России («Умный и безопасный город Казань» [1], сервисы «Яндекс. Такси», «Яндекс. Транспорт» и др.).

Применительно к нашей стране реализация данной концепции может помочь в разрешении транспортных, экологических, экономических проблем, дать толчок к развитию устаревающих моногородов, вывести на существенно новый уровень взаимодействие городских властей и жителей, повысить их компьютерную и информационную грамотность.

И, разумеется, такие существенные изменения будут требовать целостного и разностороннего подхода к реализации данной концепции, включающего в себя привлечение инвестиций, профессионалов различных сфер, взаимодействие с гражданами и органами местного самоуправления, а также, что является одним из наиболее важных параметров, - обеспечение безопасности как самих систем «умных городов», так и каждого человека в отдельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Всеобъемлющий интернет и «умные» города [Электронный ресурс]. – URL: http://www.cisco.com/c/ru_ru/about/press/press-releases/2015/07-03c.html (дата обращения 18.02.2017)
2. Ганин О.Б., Ганин И.О. «Умный город»: перспективы и тенденции развития // *Ars Administrandi*. 2014 №1. с. 150.
3. Умные города. Цикл текстов, посвященных тому, как технологии меняют среду, в которой мы живем [Электронный ресурс]. – URL: <https://theoryandpractice.ru/projects/umnye-goroda> (дата обращения 28.01.17)
4. ISO & IEC. Smart cities: Preliminary Report 2014 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.iso.org/iso/smart_cities_report-jtc1.pdf (дата обращения 28.01.17)
5. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2016). The World's Cities in 2016 // *Data Booklet (ST/ESA/SER.A/392)*

*Студентки 2 курса 41 группы ИСА Мельникова Е.В., Новик А.И.
Студентка 3 курса 26 группы ИСА Суханова К.Г.
Научный руководитель – ст.преп. Попов А.В.*

НАВИГАЦИЯ ПЕШЕХОДНЫХ ЗОН И РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ

В связи с ростом городских центров и пригорода, являющихся несомненными центрами притяжения населения, ориентация в монотонном, насыщенном различной информацией, городском массиве становится настоящей проблемой.

Городское пространство представляет собой сложную структуру, имеющую свой неповторимый каркас, следовательно достижение мобильности и ориентации на ней всех групп населения является основным фактором формирования селитбы.

Сейчас появляются новые навигационные системы, требующие особого внимания архитекторов и градостроителей. Эти системы представлены визуально-графическими знаками, они помогают регулировать движение потоков людей, и обеспечивают нужной информацией пешеходов, что делает внешнюю среду доступной.

Основная цель при организации ориентации в пространстве – выделение главных и второстепенных элементов и коммуникационных путей. Необходимо учитывать, что восприятие среды зависит от многих факторов, поэтому создание направленных видовых перспектив и расположение в них доминантных объектов поможет восприятию окружающей среды. Ориентиры по эмоциональному воздействию условно делятся на позитивные и негативные.

Вербально - символическая система ориентации подразумевает разработку и использование характерных форм визуализации: пиктограммы и символы, нумерация, текстовая информация. Активно



Рис.1. Элементы городской навигации применяются для маркировки самостоятельных объектов среды, отображения направлений и коммуникаций.

Более современное средство ориентации – виртуально-мультимедийная система ориентации, представляется различными приборами и техническими устройствами с обратной связью. Таким образом, данное средство является проводником человека при взаимодействии с окружающей материальной средой.

- Эмоционально-знаковая ориентация в городе



Рис.2. Карта-схема разделения улиц

Ориентация в городском пространстве основана на образном восприятии среды, когда внимание обращено на один элемент – знак. Таким образом, необходима статичная система обозначений, определяющая образ места и составленная при помощи необычных решений и приемов. При восприятии пространства в сознании человека, должны возникать пространственные ориентиры.

-Композиционные доминанты

В качестве доминант могут выступать высотные акценты, различимые с больших расстояний, такие как шпили, купола. Так же к доминантам относятся необычные по форме архитектурные сооружения, выделяющиеся в монотонной застройке.

-Композиционный каркас города образуется основными архитектурно-градостроительными ансамблями поселения, пространственными коммуникациями – проспектами, улицами, бульварами. Он обеспечивает логичность размещения и взаимодействий композиционно-пространственных элементов урбосреды. Эта схема напрямую связана с планировочной структурой города, дополняя его центрами притяжения - доминантами.

-Композиционные средства и приемы формирования урбанизированных пространств. Применение инновационных технологий.

Для навигации в пространстве необходимо наличие визуальных «акцентов». В качестве них могут расцениваться:

1. Различные габариты и высотность сооружений. На фоне малоэтажной и средней этажной застройки – высотные и крупномасштабные здания будут являться доминантами, объектами притяжения внимания для пешеходов – следовательно, относительно них можно легко ориентироваться в пространстве;

2. Особенности геометрической формы, фактура и цвет фасадов зданий. Необычные решения пластики фасадов также можно использовать как ориентир для определения местоположения, так как

она обуславливает масштабное восприятие здания - соотношение габаритов застройки и окружающих ее объектов. Для решения парковых и рекреационных пространств города применяют преобразования рельефа, благоустройство территории. Застройка в целом должна обладать следующими качествами: целостность, гармоничность, системность. Таким образом, с помощью композиционных и архитектурно-художественных средств достигается образная выразительность застройки, корректируются ее визуальные пропорции. При этом необходимо помнить об эмоциональном воздействии среды на человека.

Использование инновационных технологий в решении архитектурно-пространственной композиции:

- применение интерактивных фасадов и поверхностей
- приемы «дематериализации» - зеркальные поверхности
- трансформируемые фасады
- цифровые технологии и робототехника
- применение фрактальной геометрии
- установка «живых» стен и крыш
- подражание природным орнаментам, зеленых насаждений

Резюмируя проведенные исследования, современный мир урбодизайна и градостроительства не стоит на месте и предлагает все больше технологий для решения пластики фасадов, отдельно стоящих средовых элементов и застройки в целом. Главная задача навигации - построение органичного пространства, где любой человек мог бы с легкостью ориентироваться, найти интересующий объект и проложить кратчайший путь к нему. Важным фактором, несомненно, остается местонахождение человека на этой территории - возможности пешехода свободно осваивать систему навигации в пространстве и получать от окружающей среды все её «плюсы», задуманные архитектором-градостроителем при ее планировке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимова Т.Е., Пивоварова А.В. Архитектурные средства улучшения визуальной среды с помощью объектов навигации на территориях бизнес-кварталов// Научное обозрение. 2015.С. 47-55.
2. Г.А. Потаев "Композиция в архитектуре и градостроительстве"
3. Благоустройство межмагистральных территорий (<http://stroy-spravka.ru/article/blagoustroistvo-mezhmagistralnykh-territorii>)
4. Шпилько М.А., Грязнухина Т.Г. Реконпозиция средовых элементов в виртуальном и физическом архитектурном пространстве //Строительство - формирование среды жизнедеятельности 2016. с. 213-216.

МОНОГОРОДА РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТОЛЬЯТТИ)

В Российской Федерации площадь территорий населенных пунктов занимает 19,4 млн. га, что составляет 1,2% по отношению ко всей площади страны.[1] Такая экономико-географическая особенность существенно повлияла на появление широкой сети моногородов.

Моногород - это муниципальное образование в развитии которого определяющую роль играют предприятия градообразующего комплекса[2]. Моногорода возникали в различные периоды истории, но наиболее активно они развивались в советское время. После перехода нашей страны к рыночной экономике часть этих городов оказалась в сложном положении. В современной России более четверти городов являются моногородами. Правительство классифицирует их по социально-экономическому положению на три группы(рис. 1)[3]:

1. с наиболее сложным положением;
2. с рисками ухудшения положения;
3. со стабильной ситуацией.



Рис.1.



Рис.2. город Тольятти.

Рассмотрим актуальный пример моногорода, относящегося к первой группе, - Тольятти (рис. 2). Численность населения которого составляет 713 тыс. чел., что делает его самым крупным городом России, не являющимся центром субъекта федерации. Более 25% от экономически активного населения города занято на автомобильном и химическом производствах (рис. 3), а доля доходов города от данных предприятий оценивается в 52% (рис. 4).[4] Это делает город сильно зависимым от экономической ситуации на градообразующих предприятиях, а следовательно может приводить к ухудшению условий жизнедеятельности горожан.



Рис. 3. Занятость населения в 2016 году



Рис. 4. Выручка 2016

Данная зависимость особенно явно выражается в кризисный период. И для преодоления данного периода руководство предприятий зачастую проводит мероприятия связанные с сокращением численности персонала. Город Тольятти не стал исключением – в нём за последние два года рост числа безработных увеличился в 3,7 раза.[4]

Например, в 2009 году одно из градообразующих предприятий (ПАО “АвтоВАЗ”) находилось в кризисном положении, что привело к сокращению численности персонала на 27,6 тыс. человек.[5] Если обратиться к рисунку 5, то можно предположить, что сокращения 2009 года могли повлиять на демографическую ситуацию в Тольятти и спровоцировать миграционный отток населения.

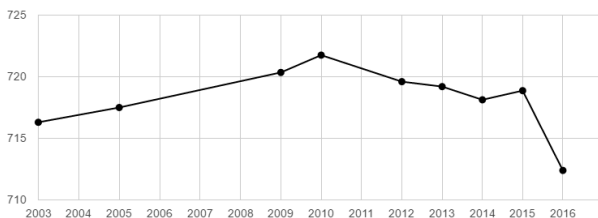


Рис. 5. График изменения численности населения Тольятти.[6]

Важным показателем, определяющим в каком состоянии находится город, является индекс промышленного производства (ИПП). Это индекс, показывающий отношение текущего объёма производства в денежном выражении к объёму производства в предыдущем или базисном году.[7] В Тольятти на протяжении последних нескольких лет ИПП снижался (например, в 2016 он составил 83,6%). Падение индекса приводит к уменьшению налоговых поступлений в бюджет города, размер которых составляет всего лишь 20% от всех налогов, собранных на территории города. Следственно при таком соотношении генерируемого и оставляемого в городе объёма налогов сложно ожидать большой заин-

тересованности местных властей в эффективном экономическом развитии города.[8]

В 2016 году правительство города Тольятти в условиях проблем, рассмотренных выше, решило предпринять комплекс мер, направленных на искоренение сложившейся ситуации, а именно:

- создание национального инжинирингового центра;
- развитие университета;
- развитие городской среды;
- развитие инвестиционных площадок;
- развитие малого и среднего предпринимательства.

Анализируя сложившуюся ситуацию в Тольятти, можно сделать вывод – правительство города решило пойти по пути индустриальной диверсификации. Диверсификация экономики представляет собой комплекс мер, направленных на ослабление влияния зависимости экономики города от градообразующих предприятий и создании новых инвестиционных площадок. Подобные меры могут помочь вывести город из кризиса, а впоследствии и на совершенно новый уровень развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. *Даниленко Е.П.* Управление городскими территориями. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 115 с.

2. *Маслова А. Н.* Моногорода в России: проблемы и решения // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2011. №5 С.16-28.

3. Распоряжение №668-р Правительства Российской Федерации от 16.04.2015 г. URL: <http://www.frmrus.ru/?p=995#more-995> (дата обращения: 19.02.2017).

4. Четвертое рождение Тольятти. URL: http://www.tgl.ru/files/files/togliatti_itog_26.09.2016_file_1475761191.pdf (дата обращения: 19.02.2017).

5. История «АвтоВАЗа» — от «копейки» до криминальных войн и кризисов. URL: <https://vc.ru/p/avtovaz-history> (дата обращения: 20.02.2017).

6. Численность населения Тольятти на 2016 и 2017 год. Количество жителей Тольятти. URL: http://города-россия.рф/sity_id.php?id=18 (дата обращения 20.02.2017)

7. *Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б.* "Современный экономический словарь. - 6-е изд., перераб. и доп. - М." (ИНФРА-М, 2011)

8. *Столяров О.И.* Программный подход к развитию экономики моногородов. URL:<http://www.mfrt.ru/docs/d2.pdf> (дата обращения 20.02.2017)

Студентки 2 курса 40 группы ИСА **Никулина Д.М., Шапакина В.В.**
 Студентка 3 курса 26 группы ИСА **Купка Ю.О.**
 Научный руководитель – ст.преп. **Попов А.В.**

АНАЛИЗ ВОЕННЫХ ГОРОДКОВ

Военный городок - комплекс зданий и сооружений, расположенных на одном земельном участке и используемых для расквартирования воинских частей гарнизона и для размещения военнослужащих, рабочих и служащих СА и ВМФ ВС СССР, позднее ВС России.

В Российской

Федерации

насчитывается около 7,5 тысяч военных городков, 394 из которых в Московской области. Каждый из городков образован для определенных целей: слежение за космическим пространством, охрана границ РФ или т.п. Они очень важны для развития военной инфраструктуры, но, не смотря, на актуальность этой сферы, сегодня мало внимания уделяют развитию военных городков. Эти поселения строились еще при Хрущеве Никите Сергеевиче (15 апреля 1894 – 11 сентября 1971), а действуют до сих пор.

Были исследованы несколько военных городков и проведен анализ сложившейся ситуации.

Вилочинск - город-порт в Камчатском крае России, имеющий статус закрытого города. Рельеф гористый. Прослеживается сейсмическая активность. Климат города влажный, близкий к морскому умеренному.

Большая часть населения — военнослужащие и члены их семей.

Это закрытый город со строгим пропускным пунктом. Все постройки не превышают 5 этажей. Все жилые дома кирпичные малометражки.



Рис.1 Факторы, влияющие на военные городки

Квартиры очень тесные. Реконструкции не проводились. Сети, коммуникации, дорожные покрытия в аварийном состоянии.

Сергиев Посад-7

Сергиев Посад-7 (Загорск-7, Поселок «Ферма») — до недавнего времени закрытого для свободного посещения город военной части (Центрального физико-технического института МО РФ).

Возведение военного города началось в 1950 году, его население по последним данным достигает 15000 человек.

Основной застройкой является 5, 9 этажные здания. В настоящее время на месте вырубленного парка хотят построить жилой комплекс, состоящий из пяти десятиэтажных домов. Дороги в ужасном состоянии, даже после точечного ремонта.

Ногинск-9

Ногинск-9 (также Дуброво) — посёлок Ногинского района Московской области располагающийся на территории 500 гектаров (учитывая объекты военного образования) граничащий с Владимирской областью в направлении 7 километров в сторону города Фряново.

25 января 1963 года на территорию современного Ногинска-9 расположились первые появившиеся здесь специалисты в космической области и их родственники. Не учитывая военнослужащих находящихся на прохождении срочной службы 6,2 тысячи жителей, а включая их в районе 10 тысяч.

Все постройки панельные пятиэтажные хрущевки. Дома не реконструировались, поэтому внешняя и внутренняя облицовки отваливаются. Поселок вообще не освещается в ночное время суток. Дороги полностью разрушены, требуется срочный ремонт, так как автомобилисты захватили тротуары.

Наумбург - город в Германии, на юге земли Саксония-Анхальт, близ административной границы с Тюрингией. Общая численность военнослужащих в Наумбурге составляла более 3000 человек. Солдаты жили в старых военных городках, которые ранее принадлежали гитлеровским войскам. По сравнению с советскими военными городками, Наумбург имел отличную брусчатую дорожную сеть, заново отстроенные дома и в близком доступе центры обслуживания. Была отличная инфраструктура.

В 1990 последний советский солдат покинул территорию Германии, так как был подписан документ о выводе советских войск из Германии.

Сегодня город существует, но большинство домов, где базировались советские войска - заброшены, хотя находятся в дееспособном состоянии. Некоторые жилые здания реконструированы и имеют вид современной 5-ти этажной постройки. Они используются немецкими пред-

принимателями в своих целях. Дороги не требуют ремонта, так как до сих пор находятся в отличном состоянии.

Анализ военных гарнизонов выявил, что на данный момент они находятся в плачевном состоянии. Решение властей резко сократить количество военных городков привело к ухудшению их состояния. Военные гарнизоны находятся на большой отдаленности от городов, людям сложно получить высокий уровень нужного обслуживания, так как покидать расположение надолго запрещается.

Мы выделили основные задачи, способные преобразовать военный городок, сделать его более функциональным и мобильным. Их осуществление приведет не только к повышению качества жизни, но и достижению нового этапа в военной инфраструктуре.

Центр обслуживания военнослужащих должен включать в себя внутреннюю гибкостью зданий, т.е. обладать возможностью легкой перепланировки, чтобы иметь возможность с легкостью менять состав комплекса в зависимости от заданных условий. С приростом населения военного городка, увеличивается процент гражданского населения, исходя из этого увеличивается круг функций досугового, релаксационного и бытового обслуживания групп помещений. В связи с востребованностью населения отдаленных военных городков, необходимо ввести в эксплуатацию обновленные здания Домов офицеров, с усовершенствованной досуговой организацией, например, - комнату психологической разгрузки для военнослужащих, зону для компьютерного досуга, спортивно-патриотические объекты, кинозалы, бары, кафе, рестораны и столовые.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Военные городки: проблемы и пути их решения [http://www.krnvesti.ru/news/voennye_gorodki_problemy_i_puti_ikh_reshe_nija/2016-05-20-10706]
2. Алексеев, Ю.В. Градостроительное планирование поселений. Эволюция планирования : в 5 т./Ю.В. Алексеев, Г.Ю. Сомов. -М.: Изд-во АСВ,-2003. -Т. 1. -336 с.
3. Максименко О.А. «Архитектурно-планировочная организация Центров обслуживания военных городков», 2013. С. 195.
4. ВСН 34-94 (Минобороны РФ) Планировка и застройка военных городков. Дата введения 1995-01-01
5. Нефёдова К.Д. «Задачи комплексного обследования территории бывших военных городков»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Наша цивилизация развивается быстрыми темпами. Ежедневно люди выкидывают большое количество мусора. По среднестатистическим данным, каждый человек ежедневно выкидывает около килограмма различных отходов. Чаще всего эти отходы выкидывают на свалку. А ведь полигоны и свалки сильно загрязняют окружающую среду.

Чтобы избавиться от мусора, его закапывают или сжигают. Однако в первом случае процесс разложения может растягиваться на сотни лет, а при сжигании образуются токсины высокого класса опасности - диоксины.



Рис. 1. Макет световода

Вследствие этого, мы предлагаем простые варианты использования одного из самых распространенных видов вторичных ресурсов – пластиковых и стеклянных бутылок:

1. Для теплых стран - световод из пластиковой бутылки, наполненной водой
2. Дом, сконструированной на основе пустых стеклянных пивных бутылок различных цветов.

Световод из пластиковой бутылки может стать альтернативой электрическим лампочкам в жарких странах. Впервые подобные световоды были применены Альфредо Мозером в Бразилии. Принцип работы заключается в рефракции (преломлении). Свет преломляется при прохождении через материалы с различной плотностью — в нашем случае через прозрачный пластик и через слой воды. Преломляясь, пучок лучей расходится в разные стороны. Бутылки с водой монтируют прямо в крышу: верхняя половина контактирует с солнцем, нижняя торчит из

потолка и светит. Интенсивность освещения зависит от того, насколько солнечным выдался день. Но в среднем каждая лампа Мозера работает как обычная лампочка мощностью 40-60 В. Чтобы вода не зацвела, в нее добавляют отбеливатель. Для прочной фиксации бутылок нужен герметик или водонепроницаемый клей — на базе силикона или полиуретана. Бутылочный колпачок оптимально защитить от солнца черными резиновыми накладками для избежания растрескивания. При правильной эксплуатации, "светильники" прослужат 3-5 лет.

Согласно статистике, каждый год два миллиона человек умирают из-за загрязнения воздуха внутри помещений. Световод из бутылки является экологически чистым, в отличие от обычной лампочки и керосиновой лампы. Одна из задач нашего эксперимента — определить количество света, проникающего через световод. В лабораторных условиях была вычислена светопропускная характеристика одного элемента.

Дом, сконструированный на основе стеклянных бутылок.

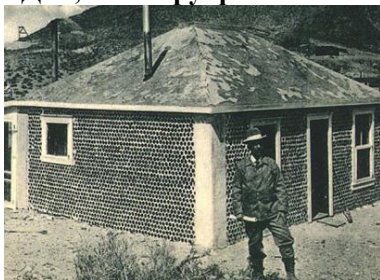


Рис. 2. Дом из бутылок



Рис. 3. Элементы стены

Первое сооружение из бутылок было создано в начале 20 века, более 100 лет назад. Его построил американец Уильям Пек в городе Топопа. На сегодняшний день известны десятки подобных домов во всем мире.

Здания из бутылок имеет целый ряд положительных качеств: долговечность (стекло на протяжении многих лет не теряет своих качеств); низкие затраты на строительство (благодаря использованию вторичного сырья); с точки зрения прочности, стены из бутылок способны воспринимать нагрузки наравне с кирпичными стенами; комфортный температурный режим (в доме из бутылок будет летом прохладно, зимой тепло).

Цель нашей работы — расчет светопропускания стены на основе бутылок и расчет естественной освещенности помещения с ограждающими конструкциями, сконструированными на основе стеклянных бутылок.

В лабораторных условиях была вычислена светопропускная способность элементов и сделаны соответствующие выводы касательно эффективности предложенных конструкций.

Для большего светопропускания каждого элемента была создана из фрагментов двух бутылок «труба», длиной 230мм и диаметром 65мм. Считаем, что бутылки расположены в стене на расстоянии 10мм друг от друга. Пустоты заполняем бетонной смесью.

Была создана модель одной ячейки стены. С использованием подручных материалов, люксметра и осветительных приборов, найдены значения освещенности в различных точках элемента стены.

	Рассеянный свет	Прямой свет
Исходные данные (освещенность у источника)	480 люкс	280.000 люкс
При прохождении через зеленую бутылку	38 люкс	69.000 люкс
При прохождении через прозрачную бутылку	80 люкс	279.000 люкс

Для определения коэффициента светопропускания τ для бутылок, делим:

При рассеянном свете:

$\tau_{\text{зеленая}} = \frac{38}{480} = 0,079$, значит при рассеянном свете зеленая бутылка пропускает 7,9% света; $\tau_{\text{белая}} = \frac{80}{480} = 0,167$, при рассеянном свете белая бутылка пропускает 16,7% света

При прямом свете:

$\tau_{\text{зеленая}} = \frac{69000}{280000} = 0,246$, при прямом свете зеленая бутылка пропускает 24% света; $\tau_{\text{белая}} = \frac{279000}{280000} = 0,996$, при прямом свете белая бутылка пропускает 99,6% света.

Таким образом, стена из прозрачных стеклянных бутылок будет пропускать от 16 до 99% света, в то время как стена из зеленых бутылок – от 7 до 24% света.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эко бум [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://ecobum.com/> – Дата доступа: 12.04.2015.
2. Администрация города Новокузнецка, Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.eko-nk.ru/> – Дата доступа: 20.04.2015.
3. Маг-транс - Транспортная компания [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://mt54.ru/blog/> – Дата доступа: 24.04.2015.

ВНЕСЕНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ В МОНОТОННОЕ РЕШЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

Основной задачей акустических экранов является защита жителей городских районов от прямого воздействия транспортного шума. Но уже на настоящий момент стали заметны определенные проблемы, связанные с эксплуатацией данных защитных сооружений. Сейчас акустические экраны в большинстве случаев представляют собой огромные и монотонные заборы, расположенные вдоль транспортных магистралей и отдельных особо загруженных участков дорог [1]. Т.е. автомобильная дорога физически и психологически отделяется от окружающей ее городской среды и превращается в «тоннель». Отсюда исходит такая проблема как возникновение дополнительного шумового давления на водителя (т.к. участок дороги превращается в шумовой канал, воздействие которого усиливается за счет отраженного от экранов звуковых волн), а это, в свою очередь, утомляет водителя. Помимо этого, монотонность ограниченного экранами пространства на дороге приводит к психологическому переутомлению. Такие факторы влияют на водителя, следовательно, и на безопасность на дороге.

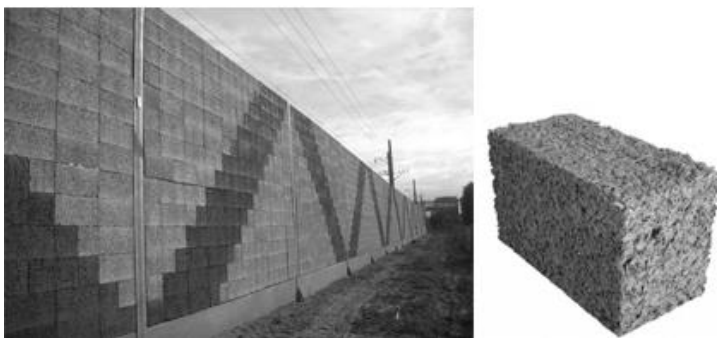


Рис.1. Акустические экраны из арболита

В идеальных условиях акустический экран должен не возвращать отраженный шум обратно на дорогу, а поглощать, либо рассеивать звуковые волны. С данной задачей во многом справятся экраны, сделанные из арболита - экологически чистого материала, состоящего из древесной щепы, скрепленной портландцементом и минеральными добавками. За счет своей пористой структуры и массивности конструкции экраны, изготовленные из арболита обладают как высокими звукоизо-

лирующими, так и звукопоглощающими свойствами [1]. Материал легко позволяет создавать из него экраны разнообразных форм и расцветок, способствующих внесению ярких неоднобразных элементов вдоль дорог.

Для сохранения визуальной связи транспортных магистралей с ландшафтом города в основном применяются светопрозрачные вставки. Помимо основной задачи, они еще выполняют функцию увеличения освещенности на территориях, которые нуждаются в возведении акустических экранов, т.е. являются светопрозрачными конструкциями для рядом расположенных тротуаров, площадок, дворов и т.п. При этом данные вставки в полной мере не решают поставленных перед ними задач. В результате неизбежных деформаций вставок и отражающего эффекта материала визуальная информация водителю поступает уже в искаженном виде, а редкие чистки приводят к потере светопрозрачных свойств.

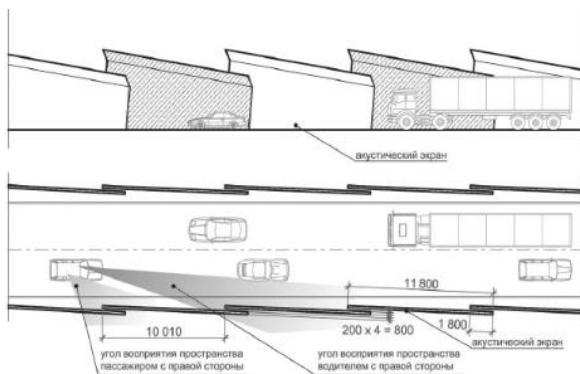


Рис.2. Акустические экраны по принципу «жалюзи»

Интересным вариантом решения задачи сохранения визуальной связи (за счет увеличения бокового вида) является особый способ расстановки экранов по принципу жалюзи. Он предполагает ряд отдельно стоящих экранов, расположенных не параллельно дороге, а под небольшим углом. Между экранами остается небольшой зазор, а для обеспечения шумозащитных свойств конструкции ее элементы перекрывают друг друга. За счет выше указанных мероприятий, при перемещении вдоль таких «жалюзи» на стандартной для автомобиля скорости будет создаваться эффект прозрачности данной конструкции. Водитель и пассажиры будут наблюдать не сплошную стену вдоль дороги, а городской ландшафт [3]. При этом данный эффект не будет зависеть от степени загрязненности экранов, как это было в случае со светопрозрачными вставками.

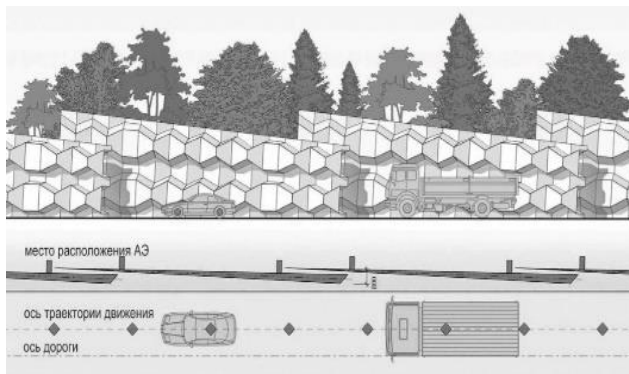


Рис.3. Акустические экраны со складчатыми структурами

Современные производители предоставляют большой выбор материалов и цветов, что также позволяет внести некоторое визуальное разнообразие в шумозащитные сооружения. Но большего эффекта можно добиться за счет сложной пластики экранов. Например, использование складчатых поверхностей из штампованного тонкого листа металла. Необычная форма несет в себе не только эстетическую, но и функциональную составляющую, позволяя создавать максимальное рассеивание большого спектра звуковых волн. А за счет размера, шага и формы самих складок можно корректировать акустические свойства экранов[3].

В итоге можно сделать вывод, что проблема переутомления водителей и пассажиров, вызванных замкнутостью, отстранённостью от окружающей среды и монотонностью пространства, ограниченного сплошными заборами шумозащитных сооружений, сегодня стоит довольно остро. Пути же решения данной проблемы можно найти за счет применения современных материалов, яркой и разнообразной расцветки конструкций, нестандартного подхода к расположению акустических экранов и их сложной формы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО Автодор 2.9-2014 «Рекомендации по проектированию строительству и эксплуатации акустических экранов на автомобильных дорогах государственной компании «Автодор». М. 2014.
2. Герасимов А.И., Звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы и их применение в строительстве. Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 209-215.
3. Колмаков А.В. Использование складчатых структур для устранения однообразного вида акустических экранов. Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. № 4. С. 70-74.

*Студентка 2 курса 40 группы ИСА Разаренова Е.Д.
Студентка 3 курса 26 группы ИСА Савочкина Е.Ю.
Научный руководитель – асс. Т. В. Сорокоумова*

РЕГУЛЯРНАЯ ПЛАНИРОВКА

В современном мире люди уделяют особое внимание выбору жилья, это обуславливается потребностями человека в доступности пропитания, образования, комфорта и безопасности. Особое внимание уделяется удобству перемещения по городу/району. Для анализа перспективных методов градостроительного проектирования была выбрана тема Регулярная планировка. Регулярная планировка – планировка, для которой характерна геометрическая правильность, симметричность, четкое функциональное зонирование, высокая степень благоустройства.

Впервые районная планировка начала использоваться в первой половине V века до н.э. в Элладе.

На основе регулярной планировки были построены такие города, как Пирей, Фурия, Родос, Милет.

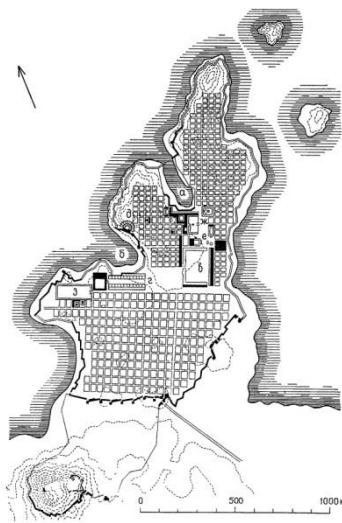


Рис 1. Милет

Регулярная планировка позволяла легко делить город на три зоны: торговую, жилую и общественную. Немаловажна была и безопасность города: крепостные стены строились вплотную к зданиям, что помогало развиваться городу не выходя за его границы.

В 18-19 вв. в регулярной планировке использовались новые приемы, основанные на органично сочетающейся городской застройке и элементах природы, а так же больших архитектурно организованных пространствах. По данным принципам были построены большинство городов восточных стран. В России регулярная планировка получила большой размах

лишь после реформ Петра I, по ее принципам были построены такие города, как Екатеринбург, Архангельск и Воронеж.

Промышленный переворот в конце 18-19 вв. вызвал упадок в градостроительстве, быстрый рост городов привел к массовой типичной, хаотичной, чрезмерно плотной застройке.

Наблюдая за строительством 20 в., появлением новых районов и поселений, можно выявить несколько «-», которые были результатом высокого темпа урбанизации. К минусам в первую очередь относится пренебрежение застройщиков к таким вещам, как комфорт, эстетичность, экологичность, благоустройство прилегающей территории, сокращение благотворно влияющей среды под минимально требуемые нормы, в приоритет дешевому жилью.



Рис 2. Ротонда-Уэст

имеет особое значение в сложившейся ситуации: уровень антропогенных, радиационных, химических выбросов в атмосферу находится на критической отметке, а значит очень важно уделять пристальное внимание облагораживанию территории. Регулярная планировка позволяет сократить территорию/район застройки к минимуму, уделить больше внимания четкому зонированию, озеленению территории.

На сегодняшний день регулярная планировка используется при проектировании современных городов, часто встречается в застройке пригородных районов в США, России, а так же в ряде стран Европы.

Проанализировав некоторые из них, мы пришли к выводу, что они являются достойным примером регулярной планировки.

Первым примером является территория Ротонда-Уэст. Несмотря на незаконченность данного городка, он имеет четкое деление на семь зон (подразумевалась восьмая), плюс центральная зона. Так же следует обратить внимание на озеленение, которое является важной составляющей облика данного района.

Еще одним примером современной регулярной планировки, является проект, так называемой «Силиконовой долины» для России, который в 2010 утвердил президент РФ Д.А. Медведев. Этот проект, является не реализованным, но уже на стадии проекта можно выявить: четкое зони-

рование на научные и жилые зоны; каждая из жилых зон делится на обособленные территории, состоящие из 10 эко-домов, имеющие зеленую кровлю; каждый из домов снабжен возобновляемым источником энергии и средствами для рециркуляции воды. В центре каждой зоны находятся все общественные службы. Это обеспечивает социальную связь между жителями.



Рис 3. Силиконовая долина

В данном примере регулярная планировка позволила разместить научно-промышленные и жилые зоны в непосредственной близости, но при этом не допустила их слияния.

Изучение данной темы позволило проанализировать сложившуюся ситуацию и сделать вывод в пользу регулярной планировки. Так как она позволяет грамотно решить вопрос с доступностью многообразных функций города и комфортным перемещением, а так же осуществить четкое зонирование территории, сохранить природный ландшафт и сделать правильные архитектурные акценты, не оказывая негативное воздействие на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ю.В. Алексеев, В.П. Казачинский, В.В. Бондарь. // История архитектуры, градостроительства и дизайна Курс лекций / Краснодар, 2003.
2. Зубов, В.П. Том История мирового градостроительства Архитектура античного мира. Материалы и документы по истории архитектуры/В.П. Зубов, Ф.А. Петровский. -М.: Изд-во Академии архитектуры СССР, 1940. -519 с
3. Сайт «Архитектура & draft» - Регулярная планировка (<http://www.architecture.info/archi-2112>)
4. Журнал «Историк» - Возникновение «регулярного» города (http://www.historicus.ru/vozniknovenie_regulyarnogo_goroda/)

ЭКСПЛУАТИРУЕМЫЕ КРЫШИ В ЗДАНИЯХ ШКОЛ В ГОРОДАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Одним из важнейших факторов формирования и развития личности человека является окружающая среда – среда обитания и деятельности человека.

В архитектурно-градостроительном аспекте понятие среды трактуется комплексно: помимо природной среды оно включает в себя элементы искусственной среды (жилые строения, промышленные и различные инженерные сооружения), т.е. предметно-пространственное окружение, обеспечивающее жизнедеятельность человека, развитие его личности и его способностей, потребностей, интересов и сознания [1].

Архитектурная среда и комфортность – это неразрывные понятия. Термин "комфортность" включает в себя архитектурно-пространственное решение здания, функциональное зонирование, интерьерные решения, связь с городской средой и т.д.

В подмосковных городах осуществляется застройка свободных территорий жилыми многоэтажными комплексами. Появилась насущная проблема: сложившаяся инфраструктура городов не справляется с постоянно увеличивающимся числом жителей. Мощности школ, детских садов, больниц и дорог не хватает. В результате чего встает вопрос о проектировании и строительстве новых социальных объектов в условиях плотной городской застройки.

Школа – это продолжительный и самый главный этап становления личности ребенка. И развивающий потенциал архитектуры школьного здания играет немаловажную роль, как информационно-образовательное пространство, неполноценность которого ведет к потере многих потенциальных возможностей ребенка в будущем. Стремление к типизации и экономии при проектировании и строительстве школ привели к обнищанию архитектурного облика зданий, привели к развитию однообразия визуального пространства, потере уникальных черт объекта (рис.2). Скучный облик здания, стесненные условия, однотипное окружение многоэтажными домами ведет к возникновению у детей депрессии, апатии, в последствие которых у взрослого человека появляется повышенная агрессивность и склонность к девиантному поведению (антидисциплинарное поведение, асоциальность, низкий уровень интеллекта, преступность, алкоголизм, наркомания и пр.). Эффективное образование невозможно в стенах морально устаревшего здания.

Нынешние школьные здания не соответствуют современным потребностям.

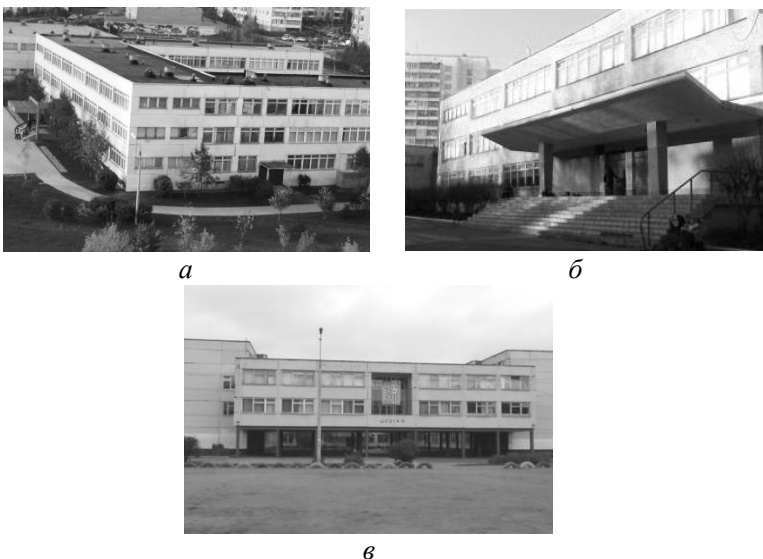


Рис.2. Существующее состояние школ в городе Красногорске:
а) школа №10, б) гимназия №5, в) лицей №4.

В связи с этим возникает необходимость серьезно пересмотреть сложившиеся приемы проектирования школьных зданий, их функциональный состав и планировочную организацию.

Так, использование «зеленых» и эксплуатируемых крыш формирует зрительные ориентиры в плотной жилой застройке района;

- повышает эмоционально-пластическую насыщенность форм архитектурной среды школьного образования;

- способствует созданию возможности устройства дополнительных условий для образования детей;

- позволяет разместить все необходимые спортивные, учебно-опытные, хозяйственные зоны и зоны отдыха.

В мировом опыте накопилось уже не мало примеров школ, пространство крыш которых используется в учебных целях. В мировом опыте проглядывается тенденция: сочетание открытых и закрытых пространств, приближение детей к природе с помощью озеленения кровли, которую используют в виде учебного материала для занятий [3]. Франция и Китай занимают лидирующие позиции в данном вопросе.

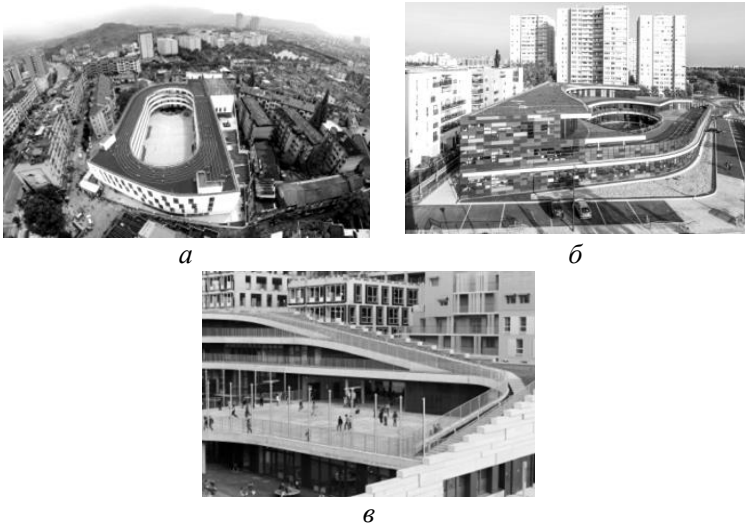


Рис.3. Мировой опыт проектирования школ с эксплуатируемой крышей: а) средняя школа Tiantai №2 в Китае, б) комплексная школа во Франции, в) начальная школа во Франции.

Естественно, эксплуатируемые крыши не лишены недостатков. К ним можно отнести:

- достаточно суровые климатические условия в России, а в частности в Москве и Подмосковье;
- дополнительные нагрузки на несущие конструкции здания;
- высокая стоимость проектирования и реализации и др.

Таким образом, появляется задача: провести подробный анализ российского опыта проектирования и строительства, зарубежного опыта проектирования школ с эксплуатируемой крышей и выявить особенности эксплуатации плоских крыш в школьных зданиях, а также найти рациональное объемно-планировочное решение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимова Т. Е. Нестандартные фасадные решения зданий общеобразовательных учреждений как способ обогащения визуальной архитектурной среды Научное обозрение № 3, 2014, стр.80-86
2. Маклакова Т.Г., Нанасова С. М., Шарапенко В. Г., Балакина А. Е. Архитектура. Учебник. - М. 2004 - 464 с., илл.
3. Яковенко Н. Е. Современные требования к проектированию школ. Строительство и техногенная безопасность. Выпуск 51, 2014.
4. Интернет ресурсы (<http://www.zinco.ru/sad-na-krishe4.php>)

Студент группы 4-29 ИСА Семенов М.В.

Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. Т.Р. Забалуева, проф., канд. техн. наук, проф. А.В. Захаров

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Выше – не значит лучше, такой вывод можно сделать из оценок жюри Совета по высотным зданиям и городской среде (СТВУН), который в конце июня 2016 года назвал четырех региональных победителей (таблица1), отобранных группой экспертов разных специальностей. Высотные здания оценивались по множеству критериев, в числе которых не только архитектурные и градостроительные, но и наличие конструктивных инноваций.

Таблица 1

Победители конкурса СТВУН

Регион	Местоположение	Название	Архитектурная фирма	Высота здания
Америка	Нью-Йорк, США	VIA 57 WEST	Bjarke Ingels Group	142м
Азия и Австралия	Шанхай, Китай	Shanghai Tower	Gensler	632м
Европа	Никосия, Кипр	The White Walls	Ateliers Jean Nouvel	69,6м
Ближний Восток и Африка	Бейрут, Ливан	The Cube	Orange Architects	56,6м

Лучший небоскреб Америки за период с 2006 по 2016г (рис. 1.) примечателен своей формой. Он представляет собой скошенный тетраэдр с внутренним двориком внутри. Жюри конкурса назвало его гибридом высотного здания и европейской квартальной застройки. Также его необычная форма обусловлена жилой функцией здания. Многочисленные балконы, расположенные на большей грани тетраэдра дают жильцам отличный вид на реку Гудзон.

Небоскреб Азиатского региона отличается своей впечатляющей высотой, а также уникальной формой, обусловленной большой ветровой нагрузкой на здание 632м высотой. Испытания в аэродинамической трубе показали, что обтекаемая, закручивающаяся форма здания на 24% снижает силу воздействия ветра на конструкцию по сравнению с призматическим зданием той же высоты.

Здание Европейского региона отличается своей архитектурой. Оно идеально вписывается в средиземноморский пейзаж и необычно своим

решением окон. Только на одной стороне здания присутствует панорамное остекление. Остальные грани здания покрыты множеством маленьких окон, шириной 40см, сквозь которые во многих местах пробивается зелень. Здание The White Wall представляет собой оригинальное решение жилой башни. The Cube в Бейруте также привлекает к себе своим решением жилой башни. Оно представляет собой множество поставленных друг на друга минималистичных призм с панорамным остеклением. Каждая из этих призм является квартирой площадью в этаж.

Анализ проектов-победителей конкурса выявляет явную тенденцию к снижению этажности высотных зданий в пользу оригинальности архитектурного и функционального решения. Из этой тенденции выпадает только китайский небоскреб в Шанхае. Данный факт совершенно оправдан тем, что именно эта страна по множеству параметров действительно нуждается в чрезвычайно высоких зданиях. Для большей части остального мира престиж небоскребов выше 250 метров уже никак не согласуется с действительной потребностью в них. Однако все больше проектируют и строят именно жилые высотные здания до 250 метров высотой. Примером могут служить победители конкурса СТБУН, а также Башни Thousand Museum в Майами, Spire в Лондоне и так далее.

Анализ конструктивных решений высотных зданий выявляет переход к несущей сетчатой оболочке здания, которая помогает частично освободить центральную часть небоскреба от несущих элементов. Такое конструктивное решение становится все более популярным из-за развития технологий расчета и строительства высотных зданий. А также меняется подход к организации пространства офисных зданий. Решение, когда вокруг ядра жесткости с лифтами и лестницами организуются многочисленные офисы с ячейками для служащих уже для многих застройщиков не является таким привлекательным, как прежде. Во многих современных высотных зданиях организуются специальные многоэтажные атриумы для встреч и отдыха сотрудников. Появляется много офисных зданий высокой и средней этажности, где центральная часть здания отдана атриуму или многофункциональному общественному пространству для сотрудников офисов. Одним из первых высотных зданий с таким решением является знаменитая 40-этажная башня St Mary Ax 30 в Лондоне Нормана Фостера.

Формы зданий с несущей сетчатой оболочкой чрезвычайно разнообразны и очень перспективны, однако такая конструктивная идея долгие годы не применялась в полной мере из-за расчетных и некоторых технических ограничений, однако за последние 50 лет таких зданий становится все больше.

Важно отметить, что помимо регулярной диагональной сетки фасадные оболочки могут иметь и нерегулярную геометрию. Примером этого служит высотное здание CCTV Headquarters в Пекине, построенное в 2004 году. Оно имеет форму ломаного параллелепипеда и ее сетчатая оболочка прямо выражает характер возникающих в конструкции напряжений. Сетка становится чаще в местах концентраций напряжений (рис. 2.).

Выводы:

- Востребованность небоскребов выше 250 метров снизилась.
- Повысились требования к архитектурному и градостроительному решению высотных зданий.
- Проекты жилых высотных комплексов стали более востребованными.
- Для строительства офисных башен чаще всего применяется несущая сетчатая оболочка.



Рис. 1. VIA 57 WEST

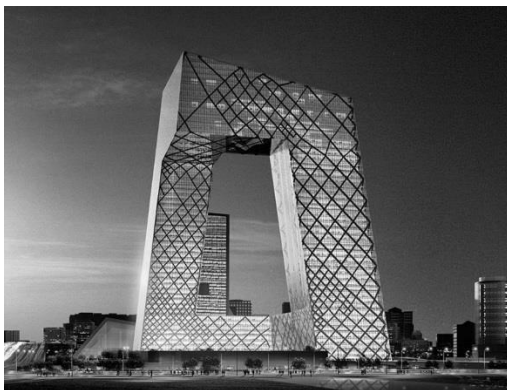


Рис. 2. CCTV Headquarters

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журнал «Высотные Здания», выпуск 3, 2016.
2. Журнал «Проект Россия», выпуск 78, 2015.
3. *Генералов В.П.* Особенности проектирования высотных зданий. Учебное пособие. Самарск. гос. арх.-строит, ун-т. - Самара, 2009. - 296 с, ил.

*Студентка 2 курса 41 группы ИСА Талызина А.Р.
Студентка 3 курса 24 группы ИСА Беляева Ю.С.
Научный руководитель – ст.преп. Попов А.В.*

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗОН АЭРАЦИИ

Благодаря значительному объему планирования уникальных зданий и сооружений, возрастает потребность в правильном размещении высотных строительных объектов и оптимизации микроклимата вокруг, более значимой становится роль аэрации городской застройки.

Аэрация – естественный процесс проветривания городов и иных населенных пунктов, возникающий путем взаимодействия циркуляции воздуха и неподвижных препятствий в виде зданий, благоустройства и всей застройки в целом.

Согласно МГСН 4.19-05 в п.т.15.4 «При проектировании высотных зданий необходимо осуществлять оценку ветрового режима аэродинамических показателей.

При этом следует обеспечить на земле снижение ветровых потоков, возникающих у первых этажей не только самого высотного здания, но и прилегающей застройки».

Существуют следующие способы определения направлений воздушных масс и ветровых нагрузок на здания и сооружения:

- Мониторинг и натурное обследование;
- Испытания в аэродинамической трубе;
- Механическое моделирование.

Каждый из этих методов имеет свой ряд недостатков и преимуществ, поэтому выбор способа исследования будет зависеть от таких факторов как: точность, результативность, стоимость, скорость и др. В отличие от натуральных наблюдений, исследования в аэродинамической трубе позволяют корректировать направление и скорость ветра, а само оборудование удобно в использовании.

Испытания макетов в таких трубах при различных скоростях потока выявляют качественную схему колебаний и определенное значение критической скорости ветра.

Тем не менее, стоимость проведения таких физических исследований на сегодняшний день непрерывно возрастает, ввиду колоссального потребления электроэнергии и затрат на материалы для создания модели здания.

Таблица 1. Спектр программ по моделированию воздушных потоков

Характер.	Flow Vision	Autodesk Simulation CFD	Программный комплекс ANSYS		Virtual Wind
			CFX	FLUENT	
Выполнение типовых задач	Моделирование воздушных потоков в микрорайонах; Фиксация ветровой нагрузки	Исследование внешнего обтекания; Расчет ветровой нагрузки; Контролирование солнечного излучения	Предназначена для решения задач в аэродинамике.	Позволяет разрешить вопросы механики жидкости и газов.	
Осуществление параллельных расчетов	Допустима работа на нескольких компьютерах процессорах	Содержит встроенную библиотеку электронных компонентов и материалов.	Все модели работают параллельно.	Возможность рашпаралеливания ставляет оперативный доступ к одной и более вычислительным	Работа со Sketchup
Удобство процессора (интерфейс)	Доступен русскоязычный интерфейс.	Обладает простым освоением процессором, объединенный	Помимо обычного режима работы и интуитивно понятного	После 17-ой версии отсутствует привычное для пользователей	Общедоступный интерфейс.
Наличие модели для изучения турбулентности	Стандартная модель, низкорельнодсовые (AKN, HL, LS)	Турбулентная вязкость, ламинарные потоки.	SSG, LLR – модели напряжения; LES, DES – вихре разрешающие модели.	LES, DES, SAS/LES	LES
Достоверность результатов	Доказана многолетней практикой использования.	Исследования обладают высокой степенью точности.	Работают методом конечных объемов. Результаты обоснованы и надежны.	Результаты обоснованы и надежны.	Правильных показателей давления не гарантирует.



Рис.1 Аэродинамическая труба в НИУ МГСУ

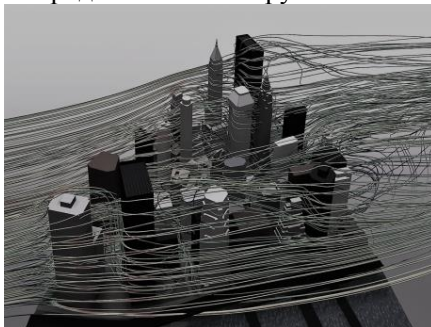


Рис. 2 Autodesk Simulation CFD

Поэтому все более широкое применение находит в себе способ механического моделирования, осуществляемый при помощи определенных программных комплексов, представленных в табл. 1.

Приведенные программы не единственно существующие на данный период времени, но, несмотря на их большое количество, круг специалистов ограничен. Это следствие сложного процесса моделирования, требующего многолетний опыт и высокую квалификацию пользователя программ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексеев Ю. В., Дуничкин И. В.* Аэродинамические особенности пятиэтажной застройки//Жилищное стр-во. 2004. № 12. С. 5-7.
2. *Серебровский Ф.Л.* Аэрация жилой застройки ; Москва: Стройиздат 1971г.
3. <http://simulation.pointcad.ru>
4. *Егорычев О.О., Дуничкин И.В.* Вопросы прогнозирования микроклимата городской среды для оценки ветроэнергетического потенциала застройки, Москва, Вестник МГСУ, 2013г.
5. *Симиу Э., Сканлан Р.* Воздействие ветра на здания и сооружения. Москва, 1984г.

*Студентка 4 курса 29 группы ИСА Хангажеева П.А.
Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. Т.Р. Забалуева,
проф., канд. техн. наук, проф. А.В. Захаров*

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛОЙ СРЕДЫ

В 20-е годы в послевоенный период истории, в период становления новой идеологии и новых возможностей, архитектура так же пережила кардинальный перелом, обозначая этот период - эпохой конструктивизма. Впервые был выдвинут лозунг производственного полезного искусства. Стремление к простоте геометрических форм, сочетанию функциональности и образности эстетических форм. Для сферы жилья это обозначило переход к новому осмыслению территории как о многокомпонентной системе, по принципу иерархии от планирования макрозадач на уровне целостного развития и взаимосвязей на проектной территории, и до семейного обслуживания в быту. Термин «жилище» был во многом расширен и составил часть такого термина как «жилая среда».

Одной из важнейших взаимосвязок при планировании селитебных зон играют зоны работодателя, проще говоря, место работы жильцов. Поэтому проектирование жилья начинается с размещения селитебных зон и мест трудовой деятельности. Так же важно спланировать зоны обслуживания и территории ландшафта рекреационной зоны

В более мелком масштабе планирования нужно предусматривать зоны отдыха, детские и спортивные площадки, автостоянки, пожарные проезды и т.д. Особое внимание сейчас уделяется доступности жилой среды для маломобильных групп населения

Наверное, одним из самых заметных вопросов модернизации жилой среды - является повышение художественной выразительности массовой застройки. Массовая застройка старого образца вызвала психологическую напряжённость людей от собственного жилья, которое ничем не отличается от сотен других. К этому же стремлению можно отнести термин «гуманизации жилой среды», включающей не только архитектурное разнообразие и возвращение жилой застройке эстетических качеств и индивидуальности, но и экологическую чистоту, комплексность культурного и бытового обслуживания, открытость природе. Речь о том, чтобы жилище выполняло в полном объёме свою социальную и роль в обществе.

Сегодня во многом обсуждается тема экологии. В архитектуре это так же нашло свой отклик и осмысление данной темы. Развитие города ввело человека в искусственную среду. Благоустроенная территория

должна создавать уют включая элементы озеленения, приближаясь к природной среде и снимая напряжения возникающие от темпа городской среды, предоставить условия отдыха для различных групп населения, соответствующие их потребностям в отдыхе.

Так же архитектор закладывает в проект социальную модель жилища, даёт ей материальное воплощение, выявляя потребности времени и современного человека. Примером таких моделей служит функционально планировочная структура домов-коммун 20-30-х годов, домов с развитым обслуживанием более позднего времени.

Сейчас поиск новых функциональных решений во многом интегрирует новые функции в канву жилища.

Жилищное строительство динамично развивается и быстрее остальных сфер вносит новые коррективы в тенденции проектирования, процесс развития форм происходит непрерывно. Важным условием решения качественных задач является обеспечение нормами жилищной обеспеченности, т.е. провидении единой социальной политики. Нужно отметить, что этот стандарт постоянно повышается и по сравнению в 7-ю м.кв. жилой площади на человека в 1960-1970 года норма на одного проживающего человека сейчас составляет 30кв.м.

Вместе с ростом к духовным потребностям наблюдается всё большее желание, освободиться от обременительных форм домашнего труда, поэтому в дальнейшем ,в реальности, остаются два полюса жизнедеятельности- в жилой ячейке и вне её. Эти два компонента взаимно дополняют друг друга, и тем самым диктуют необходимость целостного подхода в архитектурной интерпретации системы «образ жизни - жилая среда».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Архитектурное проектирование жилых зданий» под редакцией М.В. Лисициана и Е.С. Пронина
2. Реферат «Экологические аспекты формирования среды»
3. Реферат «Культурная жизнь СССР в20-е годы XX века» Малютина В.О.

Студентка 4 курса 29-с группы ИСА Чемидова Н.Б.

Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. Т.Р. Забалуева, проф., канд. техн. наук, проф. А.В. Захаров

ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА РАЗВИТИЕ ЭЛИТНОГО ЖИЛЬЯ

За последние пару лет реализуются программы по благоустройству российской столицы. В целом, облик изменился в положительную сторону: реорганизация промзон, развитие набережных Москвы-реки, открытие новых благоустроенных пешеходных зон, улучшение дорожно-транспортной инфраструктуры.

Раньше ЦАО рассматривали, как центр деловой жизни столицы, вследствие благоустройства городской среды увеличилось число районов, привлекательных для жизни. Соответственно, повысился спрос на дорогое жилье.

На данный момент в Москве реализуется ряд проектов по созданию комфортной городской среды:

- программа «Моя улица», главная задача – реконструкция улиц, реставрация фасадов и подсветка зданий;
- программа «Миллион деревьев»;
- проект «Парк по месту жительства»;
- реновация территорий бывших заводов и фабрик, превращающихся в современные креативные пространства;
- благоустройство набережных Москвы-реки.

Комплексное развитие окружающей среды — одно из главных условий для позиционирования в высокобюджетном сегменте. Развитие и благоустройство городского пространства делает привлекательные районы в центре столицы еще более престижными.

По данным мэрии за 2016 год по всей Москве обустроено более 200 парков, завершилась комплексная реконструкция Лужнецкой набережной, изменив территорию в комфортную рекреационную и спортивную зону, благоустроено около 50 улиц и центральных площадей. По всему городу высажены тысячи новых деревьев и кустарников, благодаря этому Москва вошла в число самых зеленых мегаполисов мира.

Обновленное городское пространство для покупателей элитного жилья создает дополнительную привлекательность центрального района. Жилые районы класса «премиум» выигрывают от соседства с новыми благоустроенными территориями столицы, которые перестраиваются в русле современных мировых трендов. Эти перемены создают предпосылки для появления новых качественных объектов элитной недвижи-

мости. Большим потенциалом развития обладает Замоскворечье, также к нему можно прибавить район Якиманки и Хамовники.

В Хамовниках, на месте прежних промзон, создаются современные центры культуры и искусства, рестораны, шоу-румы и модные лофт-территории. Благоустройство Фрунзенской и Новодевичьей набережных благоприятно отразилось на спрос элитного рынка в Хамовниках. Примером служит комплекс клубных домов «Садовые кварталы».

Существует тенденция формировать элитные жилые кластеры там, где располагаются деловые зоны, в которых сосредоточены так называемые «новые генераторы богатства», например, финансовые или IT-компании и пр. К примеру, «Луч», «Красная роза» и «Московский шелк» в Хамовниках, в Замоскворечье: «Голутвинская слобода» и «Красный Октябрь».

Однако, благоустройство и развитие современной инфраструктуры содействует появлению новых премиальных кластеров не только в центре столицы, но и образует предпосылки для их формирования за границами Садового кольца. В перспективе, развитие городских пространств на периферии Москвы, с учетом нехватки парковочных мест в центре, приведет к тому, что премиальные районы начнут «мигрировать» уже за пределы Третьего транспортного кольца: к примеру, на юго-запад или север Москвы, которые уже на данный момент считаются престижными направлениями. Не смотря на реализованные проекты по улучшению городской среды, застройщикам элитной недвижимости не следует надеяться лишь на это, они должны активно создавать благоустройство города, привлекая в свои проекты ведущих ландшафтных архитекторов. Так, в проекте «Садовые кварталы» предусмотрено создание живописного пруда и парковой зоны. Там, где город в своих планах делает особенный акцент на развитие и предъявляет повышенные требования, застройщики, проекты которых расположены в исторических зонах, просто обязаны им соответствовать. К примеру, проекты Balchug Viewpoint и Balchug Residence, которые реализуются в практически закрытом для застройки районе острова Балчуг. Что касается цен, то благоустройство общественных пространств в сегменте элитного жилья добавляет около 15% к стоимости квадратного метра. Но прямой зависимости между внешним благоустройством и стоимости жилья нет. Городская среда непосредственно влияет на развития элитного жилья. Чем масштабнее пройдет благоустройство города, тем выше взлетят позиции существующих кластеров, и зародятся предпосылки для появления новых премиальных районов. Все это для комфорта жителей столицы, чтобы они находили возможность для работы и отдыха в том месте, где они живут. Это общемировой тренд и Москва стремится к этому.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

В настоящее время разрабатываются новые виды транспортных средств, которые будут предъявлять отличные от существующих требования к городской улично-дорожной сети (далее УДС). Уже сейчас на дорогах мира встречаются новые типы автомобилей и индивидуальных средств передвижения.

В дальнейшем будущем концепция транспорта претерпит коренные изменения, а вместе с ними изменятся и наши улицы. Изменятся основные принципы и методики транспортного планирования и проектирования.

С течением времени изменения в составе пользователей УДС все ближе, и тем актуальнее становится данная проблема, так как несвоевременная адаптация УДС создаст огромное количество новых проблем и вопросов. Это будет тормозить научно-технический прогресс, негативно скажется на экономике, а главное создаст такое количество конфликтов внутри транспортной инфраструктуры, которое невозможно будет игнорировать в силу их количества. Вынуждена будет измениться не только система обслуживания, но и сама проезжая часть, ее состав, поскольку автомобили станут более компактными, а внедрение систем автоматизированного управления изменит модель поведения транспортных потоков, что поднимает проблему размещения новых автомобилей внутри современной УДС среди существующих участников движения.

В современной практике транспортного планирования и проектирования схемы поперечных профилей современных городских дорог имеют сравнительно малую вариативность. Как правило, большинство дорог имеют несколько полос движения, места для парковки и тротуары.

Также в этот список могут быть добавлены разделительные полосы, выделенные полосы для движения общественного транспорта, велосипедные дорожки и т. д. Размеры всех элементов профиля стандартизированы и опираются исключительно на существующих пользователей УДС.

Современную конструкцию автомобиля можно условно описать как разделенную на 3 части. Первая часть - это техническая часть автомобиля, его двигатель. Вторая часть - это отсек для водителя и пассажиров. А третья часть - это грузовой отсек. Такая конструкция дает скромные возможности для вариативности автомобилей, они отличаются

ся лишь размером той или иной части, что и определяет его как грузовой или легковой и т. д.. Но в будущем такая концепция автомобиля изменится и текущие условия автомобиля станут не действительны.

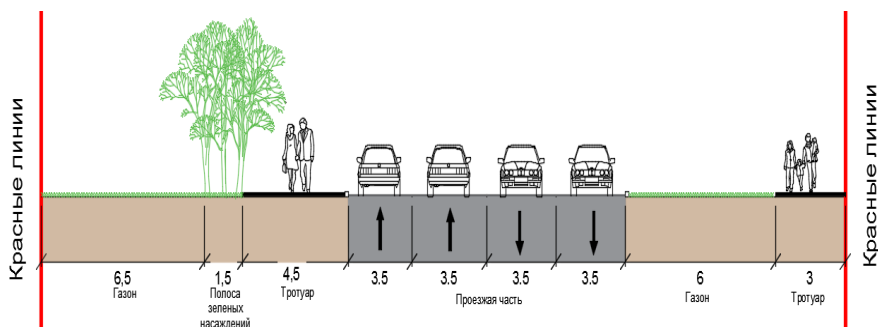


Рис. 1 Пример схемы современного поперечного профиля

С внедрением систем автоматизированного управления передвижение по городской УДС станет самостоятельным, не зависящим от человека процессом. Изменится сама концепция индивидуального транспорта.

В связи с чем для грузовых перевозок человек станет не нужен, а роль грузового отсека в городских пассажирских перевозках снизится. Тогда автомобиль можно будет условно делить уже на две части, а не на три как ранее.

Первая часть останется неизменной, но вторая будет варьироваться в зависимости от назначения автомобиля. Это будет кабина для пассажиров или же отсек для груза. Новые автомобили будут обладать новыми характеристиками:

- Новые виды используемого топлива и энергетические системы
- Конструктивными особенностями, изменится форма автомобиля его вес и размеры
- Встроенные системы автоматизированного управления

Все эти изменения будут обуславливать состав наших улиц и окажут огромное влияние на тенденции в транспортном планировании и проектировании.

Новые виды топлива и энергетических систем будут требовать изменения всей системы обслуживания. Новые физические и геометрические параметры позволят перестроить существующую УДС, так как на автомобили будет требоваться лишь 5 м^2 дорожного полотна.

А внедрение систем автоматизированного управления изменит модель поведения транспортных потоков, сделает их плотнее и быстрее.

На обновленных улицах сократятся размеры элементов поперечного профиля, поскольку новая ширина автомобилей будет от 1,5 до 2, 25 м, за исключением, возможно, грузового транспорта, для которого в будущем станет возможно установление выделенных маршрутов и отделение их от других участников движения. Уменьшатся и размеры парковочных мест. Возрастет роль индивидуальных средств передвижения, таких как сегвей, монобайк и т. д.

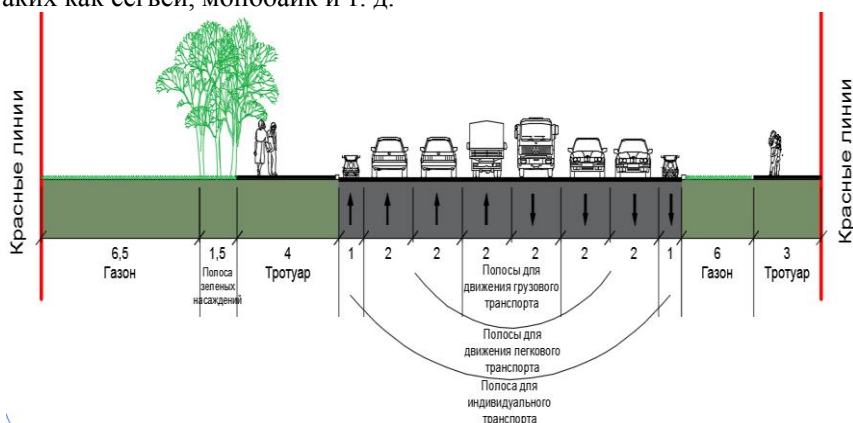


Рис. 2 Пример схемы поперечного профиля дорог будущего

Начать адаптацию УДС к грядущим глобальным изменениям можно уже сегодня.

В наше время активно решается проблема парковочных мест, а в будущем эта проблема решится полностью и с запасом, что позволит использовать освободившееся место на дорогах для использования новых видов транспорта с автоматизированными системами управления.

Первый опыт использования новых видов транспорта можно начать на годы раньше, если начать использовать для этих целей платные полосы движения, которые являются частой практикой в развитых странах.

Эти High-occupancy lane (HOV lane) и toll-lane отделены от основного транспортного потока, что позволит комфортно использовать их для новых видов транспорта и с 100% безопасностью для других участников движения уже сегодня.

Также можно начать использовать новые практики в транспортном проектировании для отдельной взятой территории, к примеру, центральному району мегаполиса. Можно оборудовать по периметру района сеть перехватывающих парковок, а внутри территории дать людям перемещаться исключительно на новых смарт-карах с автоматизиро-

ванной системой управления или общественном транспорте. А в качестве меры по первоначальному внедрению новых видов транспорта можно их распространять по , набирающей популярность, системе carsharing.

Такое будущее не так далеко, как кажется. Уже сегодня на наших улицах появляются новые виды автомобилей, которые используют новые виды топлива и вспомогательные автоматизированные системы управления.

В дальнейшем эти изменения будут все больше подчинять себе улицы и дороги. Наша транспортная инфраструктура станет компактнее, при том что сможет вместить большее количество участников, тише, а значит комфортнее для проживания рядом с ней и для пешеходов, она перестанет поглощать городские пространства. Транспортная инфраструктура перестанет диктовать свои условия и определять облик города.

БИБЛЕОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Щербина Е.В., Данилина Н.В.* Градостроительные аспекты проектирования устойчивой городской среды // Вестник ИрГТУ, 2014, № 11, С. 183 - 186.
2. *Simon Pastucha* Cities for cars: futurama and the california environmental quality act// Car in 2035 с.156-160
3. *Christopher Gray* How to stop the design the transportation system of tomorrow for the cars of yesterday// Car in 2035 с. 160-170
4. *Власов Д.Н.* «Развитие транспортно-планировочной структуры пересадочных узлов и прилегающих городских территорий», в сборнике «Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы 3-й междунар. науч.-практ. конф. (9-10 апреля 2013 г. Брянск)» т.2, с. 157 -162.

СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ, ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИК И ИСПЫТАНИЯ СООРУЖЕНИЙ

*Студент магистратуры 2 года обучения 3 группы ИСА Айюб Фади
Научный руководитель – зав. кафедрой СМ, д-р. техн. наук, проф.
В.Л. Мондрус*

ОЦЕНИВАНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРАМИ, АРМИРОВАННЫМИ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ВОЛОКОН

Железобетонные конструкции (ЖБК) занимают лидирующее положение на строительном рынке в последнее время. Продолжает изучаться вопрос восстановления и реконструкций промышленных и гражданских зданий. Это связано с рядом причин, таких как, увеличение срока эксплуатации, добавление стержней армирования на стадии проектирования, повышения сейсмостойкости, увеличение непрерывности в узлах между конструктивными сборными элементами. В последнее десятилетие большое распространены экспериментальные исследования, посвященные изучению способов усиления ЖБК полимерами, армированными различными типами волокон. Были произведены числовые анализы при помощи различных программных комплексов, в том числе; Sap2000, ANSYS, ABAQUS, Nastran и т.д. на основе метода конечных элементов.

В данной статье мы рассмотрим вопрос эффективности моделей изгибаемых железобетонных балок, построенных в программе ANSYS путем сравнения результатов обоих подходов: численного и экспериментального.

Для изучения поведения железобетонных балок с внешним армированием при изгибе была проведена экспериментальная программа, в которой испытывали на изгиб восемь железобетонных балок с сосредоточенной нагрузкой в четырех точках до разрушения. Первая балка испытана без усиления в качестве эталонного образца, остальные семь балок, усиленных композитными материалами на основе углеродного и базальтового волокон в разных комбинациях. Размеры поперечного сечения всех балок 120 мм. 240 мм. И длина 1830 мм. каждая балка армируется двумя стержнями 10 мм. у нижней грани, и двумя стержнями 8 мм. у верхней грани, с хомутами 8 мм с шагом 80 мм.

Рассмотрим конечно элементные модели всех образцов, 8 (КЭ) моделей были построены с помощью ANSYS 11.0 [2]. Каждая модель представляет собой модель одного из образцов. Воспользовавшись условиями симметрии по геометрии, свойствам материалов и нагруз-

кам, мы смоделировали одну четверть исследуемых образцов, что приводит к с значительной экономией времени вычисления. КЭ модель показана по деталям на рис. 1.

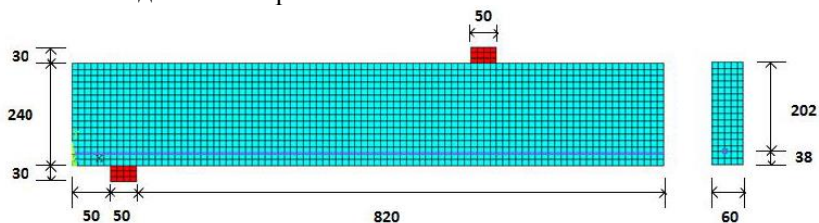


Рис. 1. Конечно-элементная модель одной Четверть с размерами

Элементы КЭ модели. Бетону назначен трехмерный элемент solid 65 [2], в виде параллелепипеда с 8 узлами на вершинах, который имеет 3 степени свободы в каждом узле. Этот элемент способен на растрескивание в трех ортогональных направлениях. Свойства материала: предел прочности бетона при сжатии 38,78 МПа. модуль упругости 29,27 ГПа. коэффициент пуассона 0,2. Нелинейное поведение бетона при сжатии смоделировано согласно Hognestad - парабола с падающей линейной веткой [3]. стальной арматуры назначен трехмерный элемент Spag LINK8 [2], который имеет два узла, в каждом узле 3 степени свободы-перемещения вдоль оси x, y и z. Данный элемент способен на пластическую деформацию. Этот материал имеет следующие свойства: предел прочности 540 МПа. модуль упругости 200 ГПа. коэффициент пуассона 0,3. При сжатии и растяжении наблюдается упруго идеально пластическое поведение.

Далее рассмотрим элементы опоры и приложения нагрузок. которым назначен Трехместный элемент SOLID45 [2] похож на SOLID65 с отличием в том, что он не способен на растрескивание. Материал считается строго-упругим, с модулем упругости 200 ГПа. коэффициентом пуассона 0,3. Композитным материалам назначен элемент SHELL63 [2], который имеет четыре узла, в каждом из них имеются 6 степеней свободы. Данный материал имеет ортопедические свойства, что соответствует свойствам композитных материалов. При моделировании возможности нарушения сцепления между ламинатами композитных материалов (SHELL63) и перекрытия бетонных балок (SOLID65) был использован еще один элемент INTER205 [2], этот элемент состоит из 8 узлов с тремя степенями свободы в каждом узле (перемещения в направлении трех координатных осей x, y и z), Математическая модель Lu et al. [4] была использована для того, чтобы предсказать отношение поперечных сил с значением скольжения.

Результаты экспериментального исследования и КЭ анализа

Образец	Предельная нагрузка [Pu] (кН)		Прогиб при разрушении [δf] (мм)		$P_{u \text{ КЭ}} / P_{u \text{ Эксп}}$	$\delta_f \text{ КЭ} / \delta_f \text{ Эксп}$
	Эксп.	КЭ.				
NS	57.32	57.87	35.10	35.73	1.01	1.02
C	89.87	95.88	19.33	21.52	1.07	1.11
CC	98.45	108.43	14.93	15.62	1.10	1.05
B	73.37	74.77	23.68	25.18	1.02	1.06
BB	93.07	95.00	28.64	29.73	1.02	1.04
BC	95.77	101.69	16.55	17.85	1.06	1.08
BCC	96.78	107.72	13.32	14.17	1.11	1.06
BCB	100.32	108.13	15.91	16.18	1.08	1.02

где буквы имеют значение: С - один слой на основе углеродного волокна, В - один слой на основе базальтового волокна, и т.д.

Итак, сравнения результатов, показывают то, что прогнозируемые значения предельной нагрузки отличаются от 1-11% от экспериментальных значений. С другой стороны значения прогибов в середине пролета при разрушении, получаемых при анализе КЭ модели отличаются от 1-12% от тех значений, которые получаются при экспериментальном исследовании. Таким образом, разработанные КЭ модели действительно способны прогнозировать поведение железобетонных балок, усиленных композитными материалами разных комбинаций на основе углеродного и базальтового волокон при изгибе, а сходство удовлетворительно на всех этапах загрузки для всех испытываемых балок [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Sahar Samir Choobbor*, "Flexural performance of reinforced concrete beams externally strengthened with carbon and basalt FRP sheets", May 2015 American University of Sharjah.
2. ANSYS – Release Version 11. A Finite Element Computer Software and User Manual for Nonlinear Structural Analysis, ANSYS 2007; Inc. Canonsburg, PA.
3. *E. Hognestad, N. Hanson and D.Mchenry*, "Concrete Stress Distribution in Ultimate Strength Design," ACI Journal, vol. 52, no. 12, pp. 455–479, May 1955.
4. *X. Lue, J. Teng, L. Ye and J.Jiang*, "Bond–slip models for FRP sheets/plates bonded to concrete," Engineering Structures, vol. 27, no. 6, p. 920–937, Jun. 2005.

ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ БАШЕННОГО КРАНА ПРИ ТОРМОЖЕНИИ СТРЕЛЫ

Как правило, преобладающие усилия в элементах конструкции башенного крана лежат в его плоскости. Методика расчета крана на опрокидывание, на прочность и устойчивость его элементов, параметры противовеса и другие факторы при таких условиях укладывается в хорошо отработанные модели.

Интерес вызывают менее характерные при эксплуатации крана нагрузки (ветровая, инерционная), приводящие к возникновению горизонтальных усилий, в том числе, перпендикулярных плоскости крана.

Предметом исследования стало движение груза при экстренном торможении стрелы крана и обусловленные этим движением горизонтальные составляющие натяжения троса, передающиеся на стрелу.

Рассмотрим два временных интервала:

- движение системы «кран-груз» при вращении стрелы;
- движение груза на тросе с закрепленной точкой подвеса после торможения стрелы.

На первом интервале введём подвижную систему отсчета, связанную со стрелой крана (рис. 1.) и запишем уравнение относительного движения груза [1]:

$$m\bar{W}_r = \sum \bar{F}_k + \bar{\Phi}_e + \bar{\Phi}_c$$

При относительно коротком этапе разгона и дальнейшем вращением стрелы с постоянной угловой скоростью, груз займет положение относительного равновесия (по отношению к системе отсчета, связанной со стрелой). Определим это положение, воспользовавшись условием относительного покоя, которое получим из уравнения (1), полагая относительное ускорение $\bar{W}_r = 0$ и кориолисову силу инерции $\bar{\Phi}_c = -2m\bar{\omega}_e \times \bar{V}_r = 0$:

$$\sum \bar{F}_k + \bar{\Phi}_e = 0$$

В проекциях на оси Ox и Oz получим

$$-T \sin \alpha + \Phi_e = 0$$

$$T \cos \alpha - mg = 0$$

Учитывая выражение переносной силы инерции при равномерном вращении стрелы $\Phi_e = m\omega^2(b + l \sin \alpha)$, получим:

$$\begin{cases} (T - mV^2l)\sqrt{1 - \left(\frac{mg}{T}\right)^2} = mV^2b \\ \alpha = \arccos\left(\frac{mg}{T}\right) \end{cases}$$

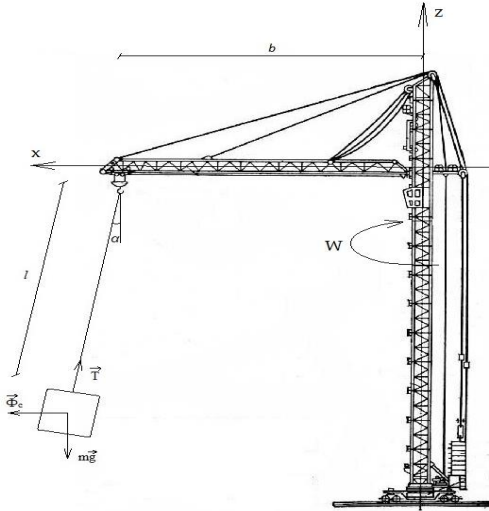


Рис. 1. Подвижная система отсчета, связанная со стрелой крана

Для малых углов альфа ($\sin \alpha = \tan \alpha = \alpha$), получим:

$$\begin{cases} T = \frac{mg}{\cos \frac{\omega^2 * b}{g - \omega^2 * l}} \\ \alpha = \frac{\omega^2 * b}{g - \omega^2 * l} \end{cases}$$

На втором интервале рассмотрим движение груза как материальной точки под действием центральной силы T' , представляющей собой проекцию полученной ранее силы натяжения нити на горизонтальную плоскость (рис.2).

Найдем уравнения движения груза и его траекторию после остановки крана. Запишем дифференциальные уравнения его движения в проекциях на оси Ox и Oy :

$$\begin{cases} m\ddot{x} = -T' \cos \varphi \\ m\ddot{y} = -T' \sin \varphi \end{cases}, \text{ где } T' = T \sin \alpha \cong T * \frac{\omega M}{l},$$

Применяя допущения линейной теории колебаний, которая, как показано в работе [2], для математического маятника приводит к достаточно точным результатам даже при углах отклонения нити от вертикали в 30° , получим систему линейных однородных уравнений

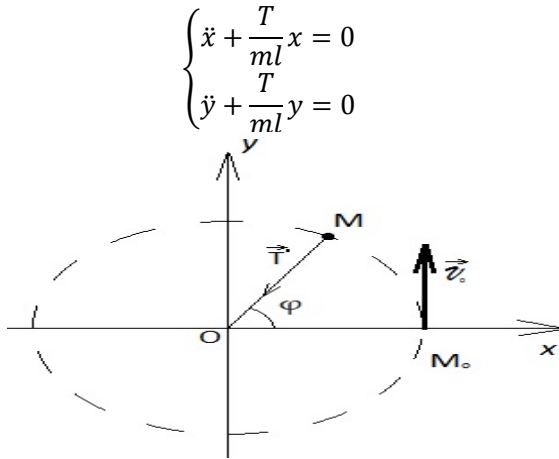


Рис. 2. Движение груза как материальной точки под действием центральной силы T'

Общее решение этих уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} x = C_1 \cos Rt + C_2 \sin Rt \\ y = C_3 \cos Rt + C_4 \sin Rt \end{cases}$$

При начальных условиях: $x(0) = x_0; y(0) = y_0; \dot{x}(0) = 0; \dot{y}(0) = V_0$

Получим:

$$\begin{cases} x = x_0 \cos Rt \\ y = \frac{V_0}{R} \sin Rt \end{cases}$$

Траекторией этого движения является эллипс $\frac{x^2}{x_0^2} + \frac{y^2}{V_0^2/R^2} = 1$, величины полуосей которого зависят от начальной скорости и начальном положении, найденных в первой части задачи

Найдем максимальные реакции на оси,

$$R_x = T \sin \alpha_x = T * \frac{x_0}{l}, \quad R_y = T \sin \alpha_y = \frac{TV_0}{Rl} = \sqrt{\frac{TV_0^2 m}{l}}$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов В.И., Белов В.А., Егорычев О.О., Пашков А.В. Основные вопросы динамики. Учебное пособие по теоретической механике. М.: МГСУ, 2009.
2. Ильин М.М., Колесников К.С., Саратов Ю.С. Теория колебаний. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА СЖАТО-ИЗОГНУТОЙ БАЛКИ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ ПО МКР И МПА

Рассмотрим расчет балок на продольно-поперечный изгиб. Дифференциальные уравнения расчета балок переменной жесткости запишем в безразмерном виде [1]:

$$\frac{d^2 m}{d\xi^2} = -kgm \quad (1)$$

$$\frac{d^2 w}{d\xi^2} = -gm \quad (2)$$

где $\xi = \frac{x}{l}$; $m = \frac{M}{q_0 l^2}$; $w = \frac{WEI_0}{q_0 l^4}$; $k = \frac{Nl^2}{EI_0}$; $g = \frac{EI_0}{EI}$

Разностное уравнение МПА аппроксимирующее (1) при непрерывных m ($\Delta m=0$) и $k=\text{const}$ [1]:

$$m_{i-1} - 2m_i + m_{i+1} + h\Delta m'_i + \frac{h^2}{12}k({}^n g_{i-1}m_{i-1} + 10 {}^l g_i m_i + {}^l g_i m_{i+1}) - \frac{5}{12}h^2 k m_i \Delta g_i - \frac{h^3}{12}\Delta(kgm)'_i = 0 \quad (3)$$

$$\text{где } \Delta(kgm)'_i = k(m_i \Delta g'_i + {}^l g_i \Delta m'_i + \Delta g_i {}^l m'_i - \Delta g_i \Delta m'_i) \quad (4)$$

Разностное уравнение, аппроксимирующее (2), запишем при $\Delta w = \Delta w' = 0$

$$w_{i-1} - 2w_i + w_{i+1} = -\frac{h^3}{12}({}^n g_{i-1}m_{i-1} + 10 {}^l g_i m_i + {}^l g_{i+1}m_{i+1}) + \frac{5}{12}h^2 \Delta(gm)_i + \frac{h^3}{12}\Delta(gm)'_i$$

где $\Delta(gm)_i = \Delta g_i m_i$ (6)

$$\Delta(gm)'_i = \Delta g_i' m_i + {}^n g_i \Delta m'_i + \Delta g_i {}^l m'_i - \Delta g_i \Delta m'_i \quad (7)$$

Так же, как и в [1], ${}^l m'_i$ представим с привлечением обобщенной формулы МКР

$${}^l m'_i = -\frac{1}{2h} m_{i-1} + \frac{1}{2h} m_{i+1} + \frac{1}{2h} \Delta m'_i \quad (8)$$

Для расчета шарнирно-опертых балок ($m=w=0$ в крайних точках) достаточно записать уравнения (3) и (5) для каждой расчетной точки. Полученная система алгебраических уравнений решается любым известным способом.

Рассмотрим пример расчета сжато-изогнутой балки переменной жесткости [2]. Основные геометрические размеры, схемы нагружения приведены на рис. 1.

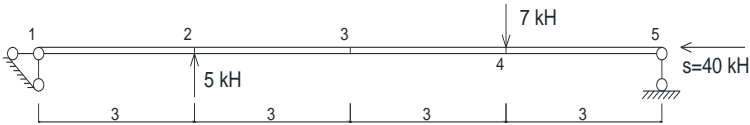


Рис. 1. Основные геометрические размеры схемы нагружения

Момент инерции поперечного сечения меняется по длине балки по закону:

$$I_x = (l + z(l - z))10^{-6} \quad (\text{м}^4) \quad (9)$$

где z – ось, совпадающая с осью балки.

Модуль упругости материала $E=200000$ Мпа. В [2] задача связана к расчету балки кусочно-постоянной жесткости. Ниже, в таблице, мы приводим для сравнения результаты расчета по МПА балки с кусочно-постоянной жесткостью и с законом изменения жесткости (9). В первом случае жесткость участков между точками 1, 2 и 4, 5 – $EI_0=5550\text{кНм}^2$, а изгибная жесткость среднего участка $EI=9150\text{кНм}^2$. Продемонстрируем переход к безразмерным величинам:

$$\text{Примем } l=12\text{м}, EI_0=5550\text{кНм}^2, q_0=1 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$\text{Тогда } h=\frac{1}{4}, \quad {}^I g_2 = \frac{5550}{5550} = 1; \quad {}^II g_2 = \frac{5550}{9150} = 0,60656;$$

$$\Delta g_2 = {}^I g_2 - {}^II g_2 = 1 - 0,60656 = 0,39344$$

$$k = \frac{Nl^2}{EI_0} = \frac{40\text{кН} \times 12^2\text{м}^2}{5550\text{кНм}^2} = 1,0378$$

Сосредоточенная сила обеспечивает скачок в функции поперечных сил, которая в свою очередь является производной от функции моментов.

Поэтому $F_i = {}^L Q_i - {}^П Q_i = {}^L \left(\frac{dM}{dx}\right)_i - {}^П \left(\frac{dM}{dx}\right)_i = \Delta \left(\frac{dM}{dx}\right)_i$

или в безразмерном виде $\Delta m'_i = \frac{F_i}{q_0 l}$

Откуда $\Delta m'_2 = -\frac{5}{1 \times 12} = -\frac{5}{12}$ Знак “минус” указывает на то, что сосредоточенная сила в т. 2 направлена снизу вверх.

Теперь покажем, как будет выглядеть уравнение (3), записанное для т.2:

$$\begin{aligned}
 & -2m_2 + m_3 - \frac{1}{4} \times \frac{5}{12} + \frac{1}{12} \times \frac{1}{4^2} \times 1,03784(10m_2 + 0,60656m_3) - \\
 & - \frac{5}{12} \times \frac{1}{4^2} \times 1,03784 \times 0,39344 \times m_2 - \frac{1}{12} \times \frac{1}{4^3} \times \\
 & \times 1,03784 \left[\frac{0,39344}{2} \left(4m_3 - \frac{5}{12} \right) - 0,60656 \times \frac{5}{12} \right] = 0
 \end{aligned}$$

При учете распределения жесткости по длине балки по (9) $\Delta g_i=0$

	МКР(кусочно-пост. жесткость)	МПА(кусочно-пост. жесткость)	МПА(гладкая функц. изм. жесткости)
M_2	-5,9	-5,964	-5,957
M_3	3,39	3,264	3,247
M_4	12,55	12,36	12,325
W_2	0,0025	0,00093	0,00107
W_3	0,0098	0,00654	0,00617
W_4	0,01379	0,00892	0,00813

Сравнивая результаты, полученные по МКР [2] и по МПА, видим, что они оказались достаточно близки. Для уточнения результатов необходимо выполнить расчет со сгущением расчетной сетки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Р.Ф.Габбасов, Н.Б. Уварова, В.В. Филатов* Расчет стержней и пластин на устойчивость с использованием разностных уравнений метода последовательных аппроксимаций: М. 2009
2. *В.Н.Сидоров* Лекции по сопротивлению материалов и теории упругости: М.2002-350

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ АРМИРОВАНИЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ С ПРОГНОЗОМ РАЗВИТИЯ ДАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В последнее десятилетие за рубежом и в России все больший интерес проявляется к использованию композитных материалов для усиления строительных конструкций, повышения прочности и жесткости зданий и сооружений, возводимых как в обычных, так и в сейсмоопасных регионах.

В области применения композитных материалов для усиления железобетонных конструкций выполнен большой объем исследований с разработкой нормативных документов, что касается применения композитов для усиления каменной кладки, исследования практически отсутствуют так же, как и нормы, что, несомненно, является препятствием к их массовому применению.

В России применение стекловолокна впервые в строительной практике было осуществлено в 1980 г. [1]. Специалистами Харьковского государственного технического университета [2] разработан и внедрен способ локального усиления каменных конструкций послойно приформованной толщиной в 2-3 полосы стеклоткани через каждые 2-3 ряда кладки по высоте трещины.

Специалистами фирмы «FREYSSINET» [3] для усиления железобетонных конструкций разработано и использовано углеродистое волокно (марка TFC). На рис.1 приведены сравнительные характеристики зависимости «деформации-напряжения» для различных материалов.

В работе [4] авторы исследовали прочностные показатели различных композитных материалов (стекло-,

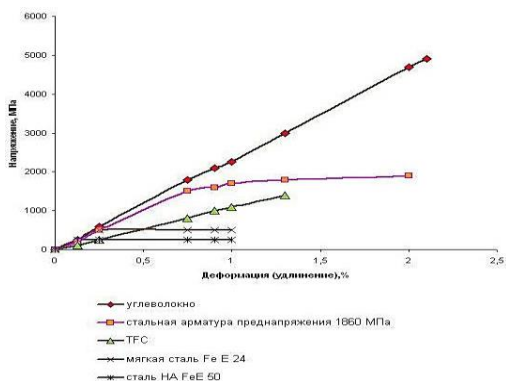


Рис. 1. Зависимость «деформации-напряжения» для различных материалов, используемых для усиления конструкций

арамидных и углеродных волокон), используемых в строительстве. Так для различных композитов предел прочности на растяжение при разрыве изменяется от 1000 до 6400 МПа при модуле упругости от 69 000 до 640 000 МПа. На основе эксперимента установлено, что эффективность усиления не пропорциональна толщине слоя углепластика.

В работе [5] исследовано влияние внешнего армирования на основе использования холстов из углеволоконистой ткани на прочность и деформативность кирпичной кладки. В зависимости от схемы армирования (рис. 2) прочность кладки увеличивалась в 1.33-2.6 раза по сравнению с неармированной кладкой. На основе анализа результатов предложена методика расчета усиленных конструкций.

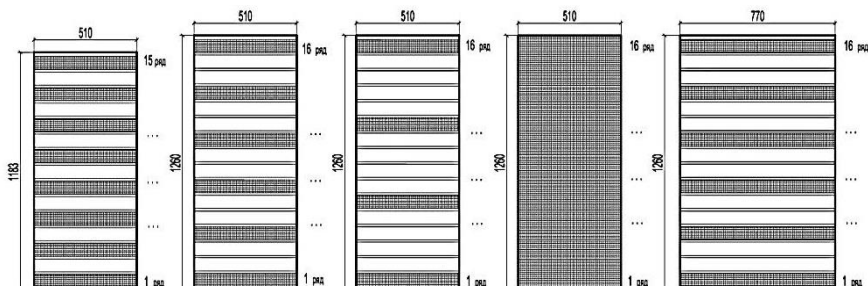


Рис. 2. Характер армирования углеволокном опытных образцов

Аналогичные исследования американских специалистов [6] показали, что применение композитных материалов при усилении каменной кладки позволяет увеличить её несущую способность на 20-30%. При этом изменение количества слоёв композитного материала позволило увеличить прочность кладки при срезе и её жесткость при изгибе из плоскости стены.

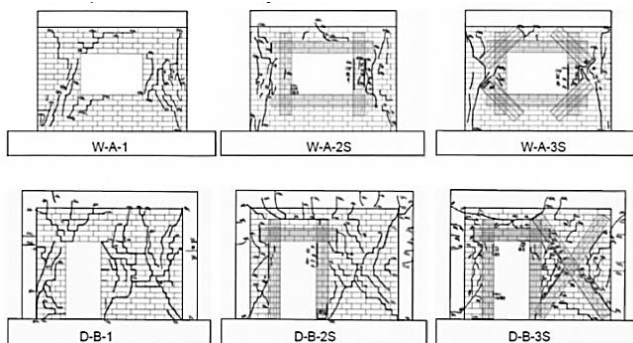


Рис. 3. Схема усиления и полученные повреждения в ходе эксперимента

В статье [7] авторы проанализировали поведение каменной кладки из глиняного кирпича на низкопрочном растворе, усиленной холстами из углеволокнистой ткани, при сейсмических нагрузках. Экспериментальное силовое воздействие включало в себя квазистатическую циклическую боковую нагрузку и постоянную вертикальную нагрузку. Схема усиления и полученные повреждения в ходе эксперимента показаны на рис. 3. На основании проведенных экспериментальных работ авторы делают вывод о том, что использование углеволокнистых холстов в качестве усиления каменной кладки увеличивает прочность кладки срезу и уменьшает их деформативность. Отработана технология усиления кирпичных стен с проемами на основе использования холстов из углеволокнистой ткани.

В исследованиях [8] на одноэтажных фрагментах зданий, выполненных в натуральную величину (рис. 4), проанализировано влияние усиления стен углеволокном на их сейсмостойкость. Неусиленный образец разрушился при незначительном динамическом воздействии. Поврежденный кладки усиленного образца не было установлено.



Рис. 4. Общий вид образцов во время испытаний

За рубежом углеволокнистая ткань впервые была использована для повышения сейсмостойкости зданий и их усиления в 1994г. в штате Калифорния, США [9]. В связи с ограничением доступа к стене здания, использование традиционных методов усиления не представлялось ВОЗМОЖНЫМ.

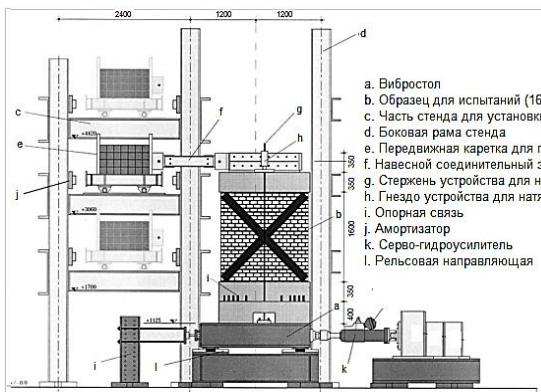


Рис. 5. Схема испытаний образцов

В работе [10] Технологического института в Лозанне изложены результаты исследований нескольких серий кирпичных образцов, усиленных с помощью холстов из углеволокнистой ткани. Образцы отличались между собой соотношением сторон – 1:1, 1:2 (h:b – высота : ширина), схемами усиления (сплошная наклейка композита, наклейка крест-накрест, вдоль диагоналей), по характеристикам прочности и виду материала для усиления (углеволокно, стекловолокно). Образцы испытывались по схеме на рис. 5. К испытываемым образцам одновременно прикладывались постоянная вертикальная и циклическая горизонтальная нагрузки. Это позволяло моделировать сейсмическое воздействие. Результаты испытаний позволили констатировать, что в усиленных образцах имело место повышение несущей способности конструкций при действии горизонтальной нагрузки. Интервал прироста несущей способности изменялся в зависимости от серии образцов в 1,3÷2,9 раза. По результатам испытаний было установлено, что технология усиления кирпичных стен с применением композитных материалов из углеволокнистой ткани дает значительный прирост прочностных и жесткостных показателей усиленной конструкции, а также изменяет их деформативность.

В работе [11] изложены результаты испытаний, проведенных специалистами Китая и Канады. В данных исследованиях рассмотрена работа шести серий образцов кирпичных простенков (три – с оконными проемами и три – с дверными проемами, рис. 6) с усилением и без усиления холстами из углеволокна. Образцы были испытаны на действие циклической сдвиговой нагрузки в сочетании с постоянной вертикальной нагрузкой. Анализ результатов испытаний позволил сделать следующие выводы:

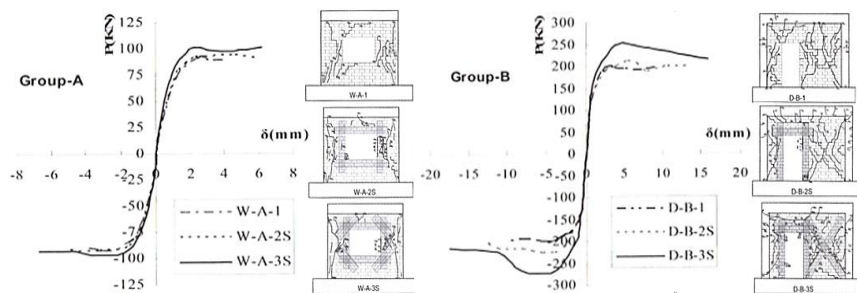


Рис. 6. Результаты испытаний кирпичных простенков с оконным и дверным проемами без усиления и с усилением из углеволокна

– усиление образцов углеволокнистой тканью по предложенным схемам позволило существенно повысить несущую способность образцов при действии сдвиговой нагрузки в своей плоскости;

- применение усиления из углеволокнистой ткани увеличило способность к диссипации энергии усиленных стен с проемами.
- как показал эксперимент, снизилась скорость изменения жесткости после появления трещин;
- наклеивание углеволокна вокруг проемов эффективно усиливает места концентрации напряжений вблизи отверстий, и изменяет схему образования начальных трещин и распределение трещин вокруг оконных и дверных проемов.

В работе [12] института «Материалов, Минералов и Горного дела» (США) изложены требования, предъявляемые к сейсмоусилению кирпичных простенков с применением холстов из углеволокна. Выполнение требований было реализовано при помощи схем усиления, приведенных на рис. 7. Одна из таких схем была реализована при усилении кирпичных стен здания в г. Цюрих, Швейцария (рис. 8).

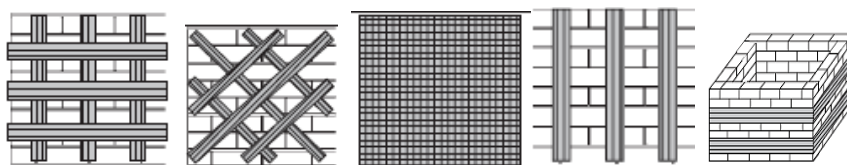


Рис. 7. Схемы усиления с применением холстов из углеволокна

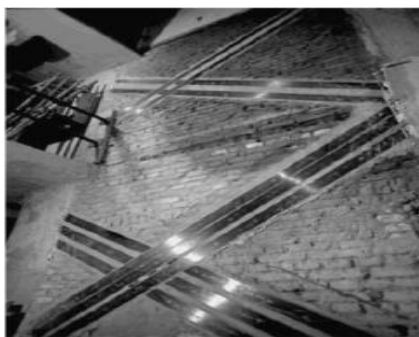


Рис. 8. Схема усиления кирпичной стены здания с применением угле-волокна типа Sikadur®30 производства компании «Sika» (Швейцария)

В работе [13] описаны результаты полномасштабных динамических испытаний, проведенных для оценки эффективности применения холстов из углеволокнистой ткани для сейсмоусиления каменной кладки. Испытания проводились на стенде размерами 3х4 м. Общий вид эталонного фрагмента здания приведен на рис. 9.

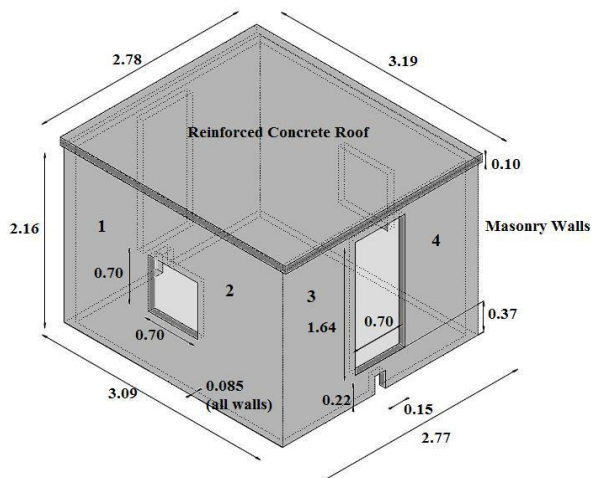


Рис. 9. Общий вид испытанного эталонного фрагмента

Образцы были изготовлены из керамического щелевого кирпича прочностью 3 МПа. В процессе испытаний интервал ускорений динамической нагрузки составил $(0,1-2,5) \times g$. Приведенные на рис. 10, б повреждения были зафиксированы на шестом этапе нагружения при ускорении $2,5 \times g$. Усиленный фрагмент также был подвержен динамическому воздействию. В процессе динамических испытаний величина ускорений изменялась в интервале $(0,15-4) \times g$. При этом разрушений усиленного фрагмента зафиксировано не было. Испытания подтвердили, что:

- применение усиления из композитного материала позволяет восстановить динамические характеристики конструкции;
- применение усиления позволяет повысить сейсмостойкость еще не поврежденных конструкций.



а



б

Рис. 10. Общий вид: а – усиленного фрагмента, б – вид дефектов и повреждений эталонного образца после испытаний

В работе [14] выполнены экспериментальные исследования по оценке сейсмостойкости кирпичных стен в натуральную величину без усиления и с усилением холстами из углеволокнистой ткани (рис. 11) на действие динамической нагрузки, моделирующей сейсмические воздействия интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64. Испытания проводились на двухкомпонентной виброплатформе. Результаты исследования подтвердили высокую эффективность применения композитных материалов для усиления каменных конструкций.

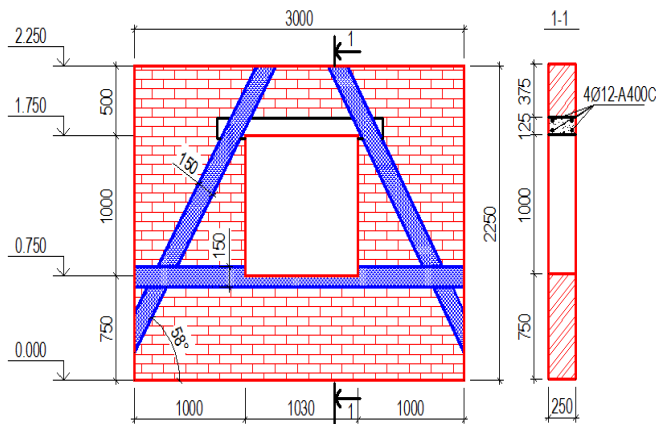


Рис. 11. Конструкции образца II серии

Вывод. В настоящее время, из-за малого объема исследования, отсутствует методика расчета каменных конструкций, усиленных композитными материалами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий: атлас схем и чертежей. – Томск, 1990. С.316.
2. Карманова И. Реставрация кирпичных стен с применением полимеров // Будмайстер. – Харьков, 2002, №7. С. 17.
3. Бетонные структуры. Укрепление структур с помощью технологии ТФС: проспект фирмы Freyssient // Представительство в Москве: Софийская наб.,34в, оф.503. М., 2000. 29 с.
4. Чернявский В.Л., Аксельрод Е.З. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами // Жилищное строительство. 2003, № 3. С.15–16.

5. *Костенко А.Н.* Прочность и деформативность центрально- и вне-центренно сжатых кирпичных и железобетонных колонн, усиленных угле- и стекловолокном // Диссер. ... канд. техн. наук, 2010г.

6. *Qian GU, Bo PENG, Sidney MINDESS, Zhao YANG*, in-plane seismic retrofit of URM walls with window and door openings using CFRP sheets // – Press Boca Raton Boston, New York, pp 377-378.

7. *Hollaway, L.C.* Strengthening and rehabilitation of civil infrastructures using fi bre-reinforced polymer (FRP) composites / L.C. Hollaway, J.G. Teng // Woodhead Publishing and Maney Publishing on behalf of The Institute of Materials, Minerals & Mining CRC. Washington, DC Cambridge England, pp 235-264.

8. Альбом технических решений по сейсмоусилению элементов зданий с несущими стенами из каменной кладки композитными материалами FibARM на основе углеволокна / Г.П. Тонких, С.И. Смирнов, О.А. Симаков – М.: ФГБУВНИИ ГОЧС (ФЦ) 2012. С.71.

9. Master's Theses *Md. Rashadul Islam* Inventory of FRP streng thening methods in masonry structures / Master's theses Md. Rashadul Islam // Erasmus Mundus Programme: advanced masters in structural analysis of monuments and historical constructions. Spain, July 2008. P. 131

10. *Mohamed, A. A.* Seismic retrofitting of unreinforced masonry walls using FRP / Mohamed A. El Gawady*, Pierino Lestuzzi, Marc Badoux. Composites: Part B 37 2006. P. 148–162.

11. Full-scale shake table experiments and vibration tests for assessing the effectiveness of textile materials for retrofitting masonry buildings / Paul Michelis¹, Costas Papadimitriou, Grigoris K. Karaiskos, Dimitra-Christina P. Papadioti // III ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering M. Papadrakakis, M. Fragiadakis, V. Plevris (eds.) – Corfu, Greece, 25–28 May 2011.

12. *Tinazzi, D.* Assessment of technologies of masonry Retrofitting with FRP / D. Tinazzi, A. Nanni // Center for infrastructure engineering studies – University of Missouri-Rolla: 2000. P. 137.

13. *Galati, N.* Design guidelines for the strengthening of un rein forced masonry structures using fiber rein forced polymers (FRP) systems / Nestore Galati, Enrico Garbin, Antonio Nanni // Final Draft Report University of Missouri. – Rola: 2005. P 99.

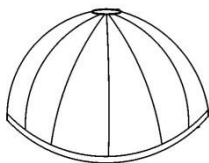
14. *Гасиев А.А.* Сейсмоусиление стен кирпичных зданий внешним армированием на основе углеволокнистой ткани // дис. ..., канд. техн. наук 05.23.01 / Гасиев Азамат Абдуллахович. – Москва., 2015. – 196 с.

Студент 4 курса 11 группы ИГЭС Долгушев Т.В.,
Студентка 4 курса 1 группы ИСА Фёдорова В.В.
Научный руководитель - профессор, д.т.н., профессор
А.М. Ибрагимов.

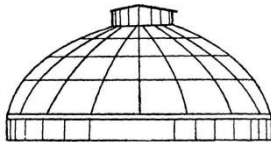
МЕТОДЫ РАСЧЕТА КУПОЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Когда инженерам предстоит решить задачу перекрытия больших пролётов с использованием минимального количества опор (спортивные стадионы, театры, торговые центры) часто её решением становится создание купола. Такие конструкции позволяют уменьшить трудозатраты, количество материалов и повысить эффективность работы сооружения.

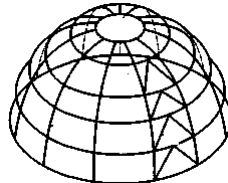
Купола можно классифицировать по формообразованию, конструктивной схеме, материалам, по стреле подъема, условиям работы, по технологии возведения. По конструктивной системе их разделяют на следующие основные типы: ребристые, ребристо-кольцевые, ребристо-кольцевые со связями, сетчатые, пластинчатые и купола-оболочки (рис.1). Для каждой системы существует своя методика расчета. Мы рассмотрим основные методы расчета, применяемые для купольных конструкций сферического очертания.



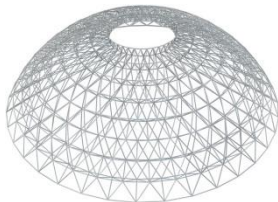
а) ребристый купол



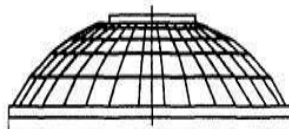
б) ребристо-кольцевой купол



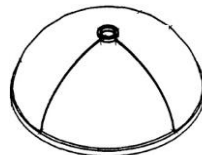
в) ребристо-кольцевой купол со связями



г) сетчатый купол



д) пластинчатый купол



е) купол-оболочка

Рис. 1. Типы конструкций куполов

Так расчет ребристого купола сводится к определению неизвестных реакций по методу сил. Для составления уравнений работу купола рас-

смаатривают под действием вертикальной симметричной относительно оси купола нагрузкой и под действием горизонтальной ветровой нагрузкой. Для определения площади сечения опорного кольца, купол разбивают плоскостями на отдельные плоские арки, на каждую из которых приложена распределённая нагрузка с грузовой площади. Опорное кольцо, воспринимающее распор, заменяется условной затяжкой. Верхнее сжатое кольцо проверяют на прочность и устойчивость. Для определения перемещений от ветровой нагрузки конструкцию разбивают на диаметрально расположенные арки, за эквивалентную принимают арку, получающую наибольшее смещение в плоскости равнодействующей ветрового давления. Её принимают трёхшарнирной и составляют уравнение метода сил. Примером ребристой конструкции купола является спортивный комплекс в г. Атланта (США) и цирк в г. Екатеринбург (Россия).

Ребристо-кольцевые купола за счёт кольцевых прогонов с рёбрами образуют одну жёсткую пространственную систему. Так как кольцевые прогоны в таком куполе работают так же, как кольцо опоры в ребристом куполе, то расчет ребристо-кольцевого купола сводится к разбиению на плоские арки с условными затяжками на уровне кольцевых прогонов. Неизвестные усилия определяют методом сил. Площадь сечения затяжек и расчет при горизонтальных нагрузках проводят так же как и для ребристого купола, только принимают что сечения купола смещаются относительно друг друга без поперечных деформаций. Представителями такой конструкции стали следующие здания: коллизей в г. Шарлотта (США), купол рынка в г. Бресте (Белоруссия), арена в Грин-Бич (США).

Метод расчета сетчатых и пластинчатых куполов сводится к расчету на прочность по упругой теории и проверке на устойчивость. Сетчатый купол работает под нагрузкой как сплошная толстая оболочка из эластичного материала. В связи с этим сетчатую конструкцию преобразуют в купольную и далее рассчитывают по безмоментной теории. Прочность на растяжение, изгиб и кручение эквивалентной системы остаются такими же как и в исходной. Далее осуществляют обратный переход от напряжений, возникающих в оболочке к усилиям в дискретной системе. Перемещения точек эквивалентной системы совпадают с перемещениями исходной, а переход от полученных напряжений в усилия стержневой системы осуществляют соблюдая условие статического равновесия. Купол общественного центра в международном лагере «Волга» (Россия), купол над зданием вагоностроительных мастерских в штате Иллинойс (США) – яркие примеры сетчатых куполов, а образцами пластинчатых куполов стали купол в г. Лонгвью (США) и купола системы «Баку» Г.Н. Павлова.

Если же купол представляет собой сплошную оболочку с осевой симметрией, то расчет ведут по безмоментной теории. Условия применения такой теории следующие: плавность изменения толщины оболочки, радиуса кривизны ее меридиана, интенсивность нагрузки, свободное перемещение оболочки в радиальном и кольцевом направлениях. Опираание купола в таком случае непрерывное, шарнирно-подвижное, система статически определима. Рассматривается элемент оболочки купола, находящийся под действием меридионального и кольцевого усилия. Расчет сводится к определению этих усилий и проверки купола на прочность и устойчивость. Яркий пример – купол В. Гребнева.

В каждом из рассмотренных методов определяют усилия от собственного веса, от снеговой и ветровой нагрузки, находят краевые усилия в месте соединения купола с опорным кольцом. Каждый из способов расчета дополняется и усложняется в зависимости от типа нагрузки (симметричной или несимметричной) и от материала конструкции. Так при расчете железобетонного купола добавляются расчеты, связанные с определением количества арматуры, с определением сжатых и растянутых зон бетона.

Также при расчете куполов широко используют программные комплексы, позволяющие выполнять сложные расчеты в короткие сроки. В основе программного расчета купольных конструкций лежит метод конечных элементов.

Описанными выше методами расчета невозможно охватить все возможные случаи купольных конструкций. Однако эта та основа, опираясь на которую создают новые способы и принципы расчетов. На сегодняшний день широко распространяется использование в архитектуре и строительстве пространственных конструкций. Все это требует специалистов, владеющих методами проектирования и строительства таких сооружений, и новых инженерных идей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тур В.И.* Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности- 2004. с. 55-78.
2. *Лебедева Н.В.* Фермы, арки, тонкостенные пространственные конструкции-2007 с.64-76.
3. *Липницкий М.Е.* Купола // Расчет и проектирование - 1973.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИЗГИБАЕМОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА С НЕСЪЕМНОЙ СТАЛЕФИБРОБЕТОННОЙ ОПАЛУБКЕЙ

В настоящее время в строительной отрасли активно внедряют индустриальные методы возведения конструкций. Примером тому служит применение несъемной сталефибробетонной опалубки для армоопалубочных блоков в сборно-монолитной технологии строительства. Такой метод показал экономическую эффективность и возможность повысить надежность и долговечность конструкций [1, 2]. Армоопалубочный блок с несъемной сталефибробетонной опалубкой представляет собой несущий каркас из стальных профильных элементов и арматуры, собранные в цеху, к которому жестко прикрепляется листы несъемной опалубки, изготовленной в заводских условиях. Собранный блок транспортируют на строительную площадку, устанавливается в проектное положение и заполняется монолитным бетоном. Такой метод значительно сокращает сроки строительства, что в свою очередь уменьшает финансовые затраты на возведение конструкции. В то же время несъемная опалубка является защитным слоем железобетона и имеет поверхность, которая не нуждается в зачистке и подготовке к отделочным работам. Но для широкого применения такого метода не хватает нормативной документации и научных исследований.

Для экспериментальной оценки работы подобной конструкции были подготовлены и испытаны на изгиб образцы балочки из бетона класса В35 с листом несъемной опалубки из сталефибробетона в растянутой зоне, размером $1000 \times 150 \times 200$ (h) мм (рис. 1), армированные в растянутой зоне двумя стержнями класса А500, диаметром 6 мм. Общий вид балки, подготовленной к испытаниям, приведен на (рис. 2)

Для контроля напряженно деформированного состояния в середине пролета наклеены тензорезистры по высоте сечения с базой 60 мм и установлен индикатор часового типа для измерения прогиба.

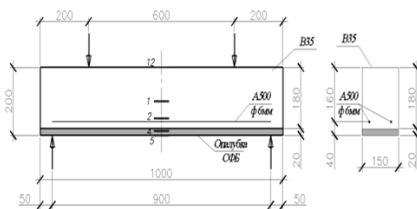


Рис. 5. Схема образца для испытания

Нагрузку прикладывали ступенями по 0,75 кН·м, с выдержками на ступенях по 10 мин, в процессе которых регистрировали появление трещин и измеряли прогиб и деформации.

Образование первой трещины шириной раскрытия до 0,2-0,3 мм, длиной 120 мм произошло после выдержки при моменте 6,8 кН·м, (0,75 от разрушающего) при прогибе при 0,5 мм ($1/1800$ пролета). Затем в процессе нагружения образовалось еще 4 трещины (рис. 3).

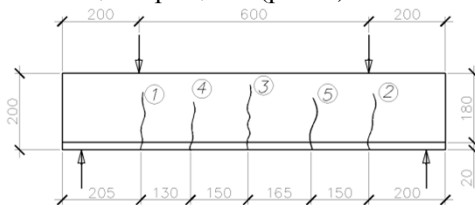
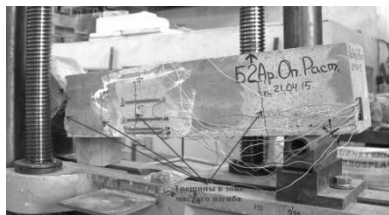


Рис. 3. Образование трещин



Рис. 6. Общий вид образца при испытании



Разрушение балок проходило в зоне действия чистого изгиба при достижении арматурными стержнями предела временного сопротивления (около 600 МПа) и разрыва сталефибробетонной опалубки (около 8 МПа) (рис. 4)



Рис. 4. Разрушение образца:

Диаграммы прогибов (рис. 5) позволяет выделить упругую стадию работы балки и моменты образования и раскрытия магистральных трещин. Видимая трещина была зафиксирована на участке начала неупругого роста прогибов ($M \geq 6.5$ кН·м).

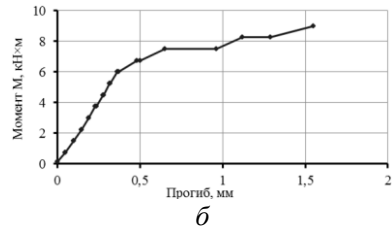
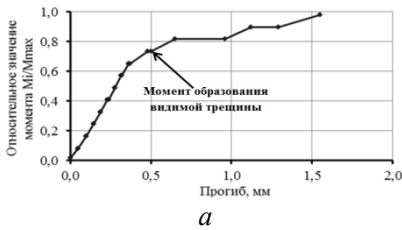


Рис. 5. Диаграммы прогибов:
 а) относительные значения изгибающего момента,
 б) абсолютные значения изгибающего момента.

Аналогичные результаты были получены по значениям деформаций по тензорезисторам (рис. 6). При $M \geq 6$ кН·м имел место нелинейный рост деформаций, которые в растянутой зоне после достижения $M = 8$ кН·м превысили предельные для сталефибробетона значения $(35-45) \cdot 10^{-5}$, что свидетельствует о том, что материал начал работать в запредельной стадии со снижением воспринимаемых усилий растяжения.

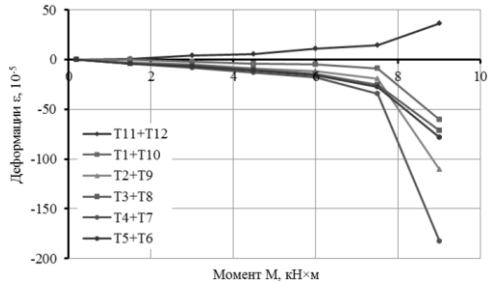


Рис. 6. Изменение осредненных показаний тензорезисторов (T11+T12 – верх балки; T5+T6 – низ балки)

Проведенные исследования позволили оценить степень влияния несъемной сталефибробетонной опалубки на работу железобетонного элемента по показателям прочности и деформативности. Установлено, что сталефибробетон значительно повышает жесткость изгибаемого элемента за счет повышенной, по сравнению с традиционным бетоном предельной прочностью и деформативностью при растяжении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорф В.А., Красновский Р.О., Капустин Д.Е., Нуриев Р.Р. Несъемная сталефибробетонная опалубка как несущий элемент железобетонных конструкций. Север России: наука, образование, культура. Сургут. 2016. №2 (32), Том II, с.148-154.
2. Капустин Д.Е. Прочностные и деформационные характеристики несъемной сталефибробетонной опалубки как несущего элемента железобетонных конструкций. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. 2016 г. С.282

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ С УЧЕТОМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАКЦИЙ, ВЫЗВАННОГО ТРЕНИЕМ

В работе рассматривается модель снегоочистителя, предложенная в классическом задачнике по теоретической механике И.В. Мещерского [1] для исследования его движения (задача № 38.31).

Модель представляет собой механическую систему, состоящую из двух тел: барабана 1, катящегося без скольжения по горизонтальной плоскости, и поступательно движущегося твердого тела 2, включающего в себя щит, снег и стержень, связывающий щит с осью барабана (Рис.1). Таким образом, изменение массы снега и взаимного положения его частиц в процессе движения не учитывается.

Правомерность выбора модели не ставится под сомнение: в зависимости от требований конкретной практической задачи она может иметь разную степень упрощения, учитывая или, наоборот, исключая из рассмотрения те или иные факторы. Вопросы вызывает корректность самого решения, предложенного в рамках данной модели.

В задаче предлагается, используя теорему об изменении кинетической энергии в интегральной форме, получить зависимость между путем, пройденным щитом снегоочистителя и его скоростью.

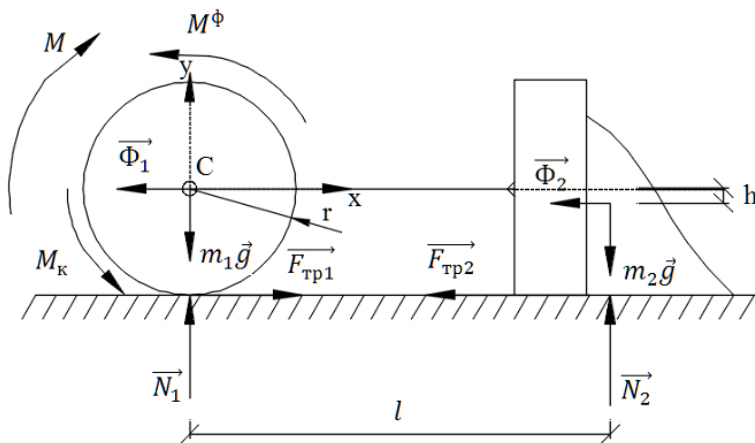


Рис. 1.

Решая задачу, приходим к выражению

$$S = \frac{r}{2} \frac{2m_1 + m_2}{M - (f_k N_1 + f N_2 r)} V^2,$$

где величины реакций N_1 и N_2 пока остаются неизвестными.

В ответе приводится:

$$S = \frac{r}{2} \frac{2m_1 + m_2}{M - (f_k m_1 + f m_2 r) g} V^2$$

Сравнение приведенных выше выражений приводит к выводу, что значения реакций, без всякого обоснования, предлагается принять равными силам тяжести:

$$N_1 = m_1 g, \quad N_2 = m_2 g.$$

Такое предположение было бы вполне правомерным для другой модели, подразумевающей соединение катка и поступательно движущегося тела посредством невесомого горизонтального стержня с шарнирным закреплением по обоим концам (что не вполне адекватно для снегоочистителя). Действительно, реакция такого стержня была бы горизонтальной (направленной вдоль стержня) и дифференциальные уравнения движения каждого из тел в проекции на вертикальную ось приводили бы именно к таким результатам.

Однако, наличие только одного шарнира в точке C катка при жестком закреплении стержня на другом его конце со щитом, неизбежно приводит к возникновению двух составляющих реакции в этом шарнире: и горизонтальной, и вертикальной. А это приводит к перераспределению опорных реакций катка и щита со снегом.

Установим истинные значения реакций для рассматриваемой модели. Для этого сначала, пользуясь теоремой об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме [2]

$$\frac{dT}{dt} = \sum N_k^{(e)} + \sum N_k^{(i)},$$

получим выражение для ускорения щита:

$$W = \frac{M - (f_k N_1 + f N_2 r)}{(2m_1 + m_2)r} \quad (1)$$

Далее воспользуемся принципом Даламбера:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=0}^n \vec{F}_k + \sum_{i=0}^n \vec{\Phi}_k = 0; \\ \sum_{i=0}^n \vec{M}_C(\vec{F}_k) + \sum_{i=0}^n \vec{M}_C(\vec{\Phi}_k) = 0. \end{array} \right.$$

Записывая первое векторное уравнение в проекциях на оси Sx и Sy , а второе – в проекциях на ось Sz , получим систему:

$$\begin{cases} F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} - \Phi_1 - \Phi_2 = 0; \\ m_1 g - m_2 g + N_1 + N_2 = 0; \\ -M + M_k + M_{CZ}^{\Phi} + F_{\text{тр}1} r - F_{\text{тр}2} r + N_2 l - m_2 g l - \Phi_2 h = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь $\vec{\Phi}_1 = -m_1 \vec{W}_1$ и $\vec{\Phi}_2 = -m_2 \vec{W}_2$ - главные векторы сил инерции барабана и щита со снегом.

$M_{CZ}^{\Phi} = J_{CZ} \varepsilon$ - главный момент сил инерции барабана.

В принципе, решение системы (2), дополненной уравнением (1) и выражениями для сил инерции, связывающими их с ускорениями, дает точные значения ускорения щита W , реакций N_1, N_2 и силы трения катка $F_{\text{тр}1}$. Однако это приводит к неоправданно громоздким для практических целей выражениям.

Сделаем следующее допущение. Поскольку эксплуатация снегоочистителя не подразумевает возникновения сколь-нибудь значительных, можно положить

$$\Phi_1 \approx 0; \Phi_2 \approx 0; M_{CZ}^{\Phi} \approx 0.$$

Учитывая, что сила трения щита со снегом о поверхность,

$$F_{\text{тр}2} = f N_2,$$

а момент трения колеса барабана

$$M_k = f_k N_1,$$

получим систему

$$\begin{cases} F_{\text{тр}1} - f N_2 = 0; \\ m_1 g - m_2 g + N_1 + N_2 = 0; \\ -M + f_k N_1 + F_{\text{тр}1} r - f N_2 r + N_2 l - m_2 g l = 0. \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем

$$\begin{cases} F_{\text{тр}1} = f \cdot (m_2 g + \frac{M + f_k m_1 g}{l - f_k}); \\ N_1 = m_1 g \cdot \frac{l}{f_k - l} + \frac{M}{f_k - l}; \\ N_2 = m_2 g + \frac{M + f_k m_1 g}{l - f_k}. \end{cases}$$

Как видно из полученного решения, значения реакций катка и щита со снегом отличаются от их сил тяжести

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике. СПб.: «Лань», 2010.
2. Теоретическая механика. Теория и практика: учеб. для вузов / В. И. Антонов [и др.]; - М. : Архитектура-С, 2011.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Широкое распространение бетонных конструкций и многолетний опыт их эксплуатации обнаруживают целый ряд вопросов, связанных с долговечностью, коррозионной стойкостью и экономичностью сооружений промышленного и гражданского строительства, возводимых как в нормальных атмосферных условиях, так и в условиях агрессивных сред. Одним из направлений научных разработок для решения этих вопросов является применение коррозионностойких изделий из композиционных материалов в качестве армирующего элемента несущих и ограждающих конструкций.

Первые исследования возможности армирования неметаллическими волокнами проводились еще в 50-е годы XX века в СССР [1]. Сосредоточенное армирование композитными стеклопластиковыми стержнями рассматривалось как наиболее перспективное.

Арматура композитная полимерная (АКП) обладает рядом преимуществ перед традиционной стальной арматурой. Удельная прочность АКП выше удельной прочности стальной арматуры, АКП является диэлектриком, имеет низкую теплопроводность и высокую стойкость к воздействию агрессивных сред, обладает сравнительно низкой плотностью.

Экспериментальные исследования работы сооружений с использованием АКП представлены в настоящее время в ограниченном количестве. Из ранних исследований проведенных в натуральных условиях следует отметить такие объекты, как экспериментальный склад минеральных удобрений (Минская обл., Молодечненский р-н, 1973 г.), линия электропередач с бетонными траверсами, армированными АКП, (1970 г.), Электролизные ванны на комбинатах цветной металлургии (Усть-Каменогорский комбинат цветной металлургии), Мост с применением стеклопластиковой арматуры (г. Хабаровск, 1989 г.) [1].

В 2000-е годы в России интерес к композитной арматуре снова резко возрос. Зарубежный опыт подсказывал, что её эффективное применение возможно, при достаточном количестве исследований работы композитной арматуры, методик расчёта и конструирования для конкретной области применения.

Американский института бетона (ACI), выпустил в 2006 г. первые рекомендации по проектированию бетонных конструкций, армирован-

ных АКП [2]. Предпосылками к этому послужили более 40 успешно реализованных экспериментальных проектов среди которых: Армирование главных и второстепенных балок, плиты перекрытия здания Университета (штат Техас, Сан Антонио, 1986 г.), Армирование колонн, главных балок, второстепенных балок, фундамента для МРТ в здании госпиталя (штат Техас, Сан Антонио, 1985 г.), Строительство причального сооружения (штат Калифорния, Ремонт настила моста Salem Avenue Bridge (штат Огайо, 1999 г.) [3] и др. Экспериментальные разработки по применению композитной арматуры также производились в Канаде, Японии.

Зарубежная нормативная база непрерывно пополнялась новыми руководствами: [4], [5], [6], [7], [8].

На сегодняшний день за рубежом уже сформировалась широкая область применения неметаллической арматуры: помещения для медицинского оборудования, электроизолирующие опоры, дорожное полотно, пешеходные и автомобильные мосты, причальные сооружения (пирсы, набережные, волнорезы), сооружения энергетического строительства. Крупнейшими производителями сегодня являются: «Huges Brothers Inc.» (США), PlastiComp LLC (США), "Composite Rebar Technologies Inc." (США), "Pultrall Inc." (Канада), "Haining Anjie Composite Material Co.,Ltd" (Китай). Крупные производители в РФ АКП ООО «Гален», ООО «Бийский завод стеклопластиков», ООО «Ребар».

На территории РФ в 2014 году был впервые введён нормативный документ, по АКП [9]. Этот стандарт установил требования к основным физико-механическим показателям стержневой АКП с различным армирующим наполнителем.

Рекомендации по проектированию в Приложении Л к существующему СП [10], к сожалению, не содержат специальных методик по конструированию композитобетонных элементов. Расчётное сопротивление сжатию АКП в рекомендациях принимается равным нулю, а деформативность композитной арматуры при растяжении в 4-5 раз выше чем у стальной, расчёт конструкций по традиционным методикам для железобетона с вводом высоких коэффициентов надёжности, может оказаться нерациональным.

Для использования АКП в обычных и в предварительно напряженных конструкциях многоэтажных зданий, пролетных сооружений, дорожного строительства и т.д. целесообразно выполнение исследований НДС в бетонных элементах с конкретными схемами армирования. При этом важно получить максимальное количество исходных данных о физико-механических характеристиках материалов и особенностях производства применяемой арматуры, т.к. они оказывают большое влияние на длительную и кратковременную прочность конечного продукта.

Для изучения НДС изгибаемых элементов, армированных композитной арматурой, в лаборатории ЭДИЛСК НОЦ ИС совместно с ведущими производителями АКП были проведены экспериментальные исследования работы изгибаемых элементов, армированных АКП без предварительного напряжения при действии изгибающих моментов и поперечных сил; оценивалось влияние преднапряжения на прочностные и деформативные свойства элементов; исследовались вопросы работы элементов, армированных АКП, при длительном воздействии изгибающих моментов и поперечных сил. Запланированы экспериментальные исследования по результатам которых предполагается дать конкретные рекомендации по применению композитной арматуры в бетонных конструкциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фролов, Н.П.* Стеклопластиковая арматура и стеклопластобетонные конструкции. — М.: Стройиздат, 1980.-104 с.
2. ACI 440.1R-06: Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars
3. ACI 440R-96 State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Plastic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures
4. CAN/CSA-S6, Canadian Highway Bridge Design Code
5. fib Bulletin No. 40 FRP reinforcement in RC structures
6. AASHTO LRFD Bridge Design Guide Specifications for GFRP Reinforced Concrete Decks and Traffic Railings including a Commentary
7. ACI 440.1R-15 Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer Bars
8. CAN/CSA-S806-12 Design and construction of building structures with fibre-reinforced polymers
9. ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. М., 2014, -38 с.
10. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения», М., 2013.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА СТЕНКИ АКУСТИЧЕСКОГО ЭКРАНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В рамках густой городской застройки одной из наиболее актуальных проблем является защита от шума. Для ее решения большинство застройщиков устанавливает в густонаселенных районах акустические экраны. Чаще всего они изготавливаются из металла, стекла или различных пластиков. Основным недостаток большинства этих материалов — в высокой стоимости; поэтому в рамках данной работы был использован более дешевый материал для акустических экранов: стеклонаполненный композитный материал с термореактивным связующим.

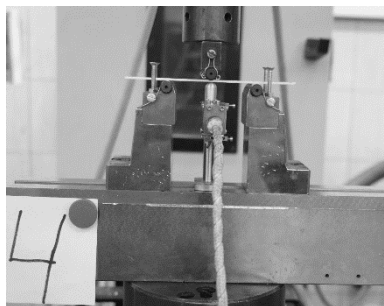
Для определения прочности и устойчивости акустических экранов необходимо выполнить расчет на ветровую нагрузку, нагрузку от собственного веса и нагрузку от аэродинамического воздействия, возникающую при высокоскоростном движении. Для будущего применения в расчетах в процессе испытаний для двух типов материалов определялись следующие физико-механические характеристики при трех температурах (-45°C; +20°C; +60°C): предел прочности при изгибе; модуль упругости при изгибе, предел прочности при сжатии, предел прочности при сжатии после удара (акустические экраны не должны разрушаться под энергией удара 30 Дж, что имитирует удары щебня и других летящих предметов).

Результаты испытаний на поперечный изгиб двух типов композитных материалов приведены в таблице 1. Фотографии испытаний приведены на рисунке 1.

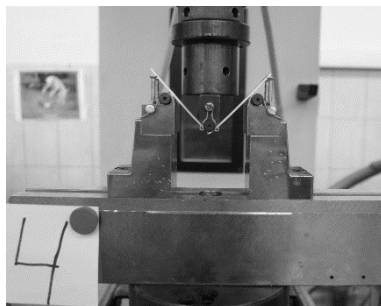
Таблица 1

Результаты испытаний на изгиб

Тип материала	Температура испытаний, °C	Предел прочности при изгибе, МПа	Модуль упругости при изгибе, МПа
1	-45	179,64	8655,54
	+20	125,11	6543,82
	+60	63,37	3523,39
2	-45	125,20	7259,20
	+20	80,39	5029,02
	+60	50,93	2503,12



a



б

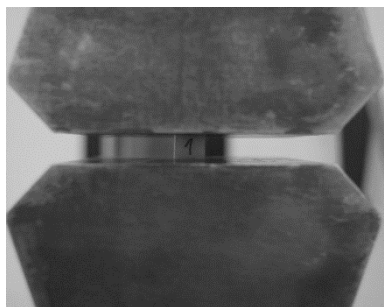
Рис. 1. Испытание на изгиб: а) образец до испытания; б) образец после испытания

Результаты испытаний на сжатие приведены в табл. 2. Фотографии испытаний приведены на рис. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний на сжатие

Тип материала	Температура испытаний, °С	Предел прочности при сжатии, МПа
1	-45	120,07
	+20	77,08
	+60	68,48
2	-45	152,93
	+20	115,36
	+60	101,03



a



б

Рис. 2. Испытание на сжатие а) образец до испытания; б) образец после испытания

Результаты испытаний на сжатие после удара приведены в таблице 3. Фотографии испытаний приведены на рисунках 3 и 4. Удар, энергия

которого определялась по толщине образцов, производился при температуре испытания с помощью вертикального копра.

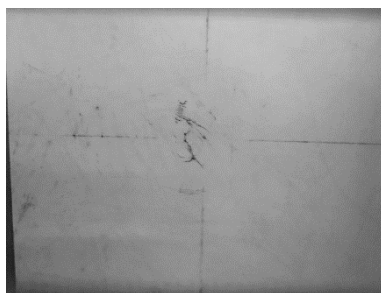
Таблица 3

Результаты испытаний на сжатие после удара

Тип материала	Температура испытаний, °С	Видимые на поверхности после удара разрушения	Предел прочности при сжатии после удара, МПа
1	-45	Впадина, вмятина	30,27
	+20		24,54
	+60		20,59
2	-45	Расщепления, трещины	81,72
	+20		55,46
	+60		45,84



a

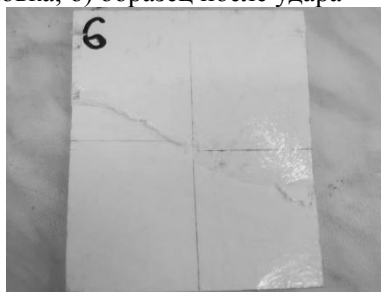


б

Рис. 3. Удар по образцу а) установка; б) образец после удара



a



б

Рис. 4. Сжатие после удара а) образец до испытания; б) образец после испытания

Результаты испытаний позволяют провести предварительные расчеты акустических экранов и дают возможность подобрать характеристики материала для конкретных условий эксплуатации.

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СРЕДЫ НА СТЕКЛОВОЛОКОННЫЕ БАЛКИ БАШЕННОЙ ИСПАРИТЕЛЬНОЙ ГРАДИРНИ

Современное строительство все чаще использует композитные материалы в строительстве [1]. Однако, всё чаще для снижения стоимости материалов используют дешевые не коррозионостойкие, не термостойкие смолы и волокна в сочетании с нарушением СМР это приводит к разрушениям конструкций.

В данной статье рассматривается работа материала композитного профиля в условиях эксплуатации конкретной башенной градирни.

Стекловолоконные балки эксплуатировались в башенной испарительной градирне на протяжении 1 года. Первоначальные характеристики материала балок были следующие:

1. Предел прочности при растяжении вдоль армирующих волокон по результатам испытания 6 образцов составил 350 МПа, модуль упругости составил 21 000 МПа.

2. Предел прочности при растяжении поперек армирующих волокон по результатам 6 испытаний составил 45 МПа, модуль упругости составил 7 300 МПа.

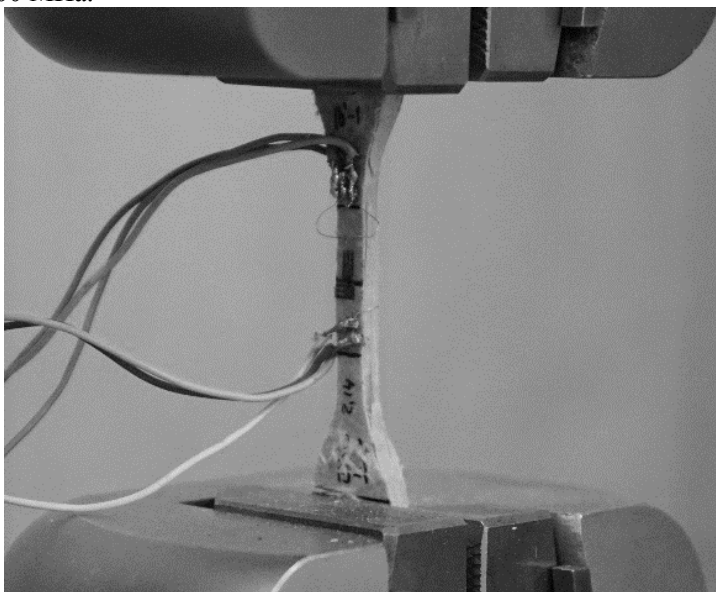


Рис. 1. Испытание копозитного материала на ратяжение

После эксплуатации материал балок изменил свои физико-механические свойства:

1. Предел прочности при растяжении вдоль армирующих волокон по результатам испытаний 6 образцов составил 210 МПа, модуль упругости составил 26 000 МПа.

2. Предел прочности при растяжении поперек армирующих волокон по результатам испытаний 6 образцов составил 39 МПа, модуль упругости 6 700 МПа.

3. Увеличение водопоглощения материала балок после эксплуатации 46%.

4. Снижение предела прочности при изгибе вдоль направления армирования 33%, снижение модуля упругости составило 5 %.

Автор статьи задался вопросом, вследствие чего произошли изменения физико-механических свойств материала. При изучении условий эксплуатации композитных стекловолоконных балок были выявлены следующие внешние условия:

1. Эксплуатация башенной градирни производилась в условиях рядом стоящей стройки. Территория примыкающая к градирне не имеет травяной покров или песчаное покрытие, а вместо этого вокруг эксплуатирующейся градирни - песок, цемент и прочие сыпучие материалы используемые в строительстве.

2. На стекловолоконных балках и оросителях, которые были установлены на балки, были обнаружены отложения строительного характера.

Вывод - наиболее вероятной причиной разрушения опорных стекловолоконных балок под оросителями явилось превышение проектной нагрузки в сочетании с изменением физико-механических свойств материала балок в период эксплуатации. Увлечение модуля упругости после эксплуатации свидетельствует об изменении свойств армирующего волокна во время эксплуатации.

На момент написания статьи ведутся работы по моделированию эксплуатационной среды в лабораторных условиях с целью выявить зависимость численных значений среды на измените физико-механических характеристик материала для прогноза безопасной эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булдерберга О., Анискевич А., Видинеев С. Стеклопластик, обладающий функцией индикации повреждений. // Механика композитных материалов 2016 Т.52 N 2.

ЧИСЛЕННАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНОГО ТОНА КОЛЕБАНИЙ СОСТАВНЫХ ДВУХСЛОЙНЫХ СТЕРЖНЕЙ

Составной стержень – это конструкция, с поперечным сечением из нескольких простых профилей, соединенных распределенными связями в одно целое.

Сквозные балки активно используются в большепролетном гражданском и промышленном строительстве. Они эффективны тем, что экономичны и зачастую позволяют разводить инженерные коммуникации в перекрытии. Еще один пример составных стержней – это балка Виренделя, выполненная в виде безраскосной фермы, которые применяются в пролетных конструкциях мостов. Кроме того, они используются в авиастроении и судостроении [1].

Балка Виренделя как расчетная схема используется при расчете каркаса высотных зданий, для определения НДС сквозных стальных балок [6].

Задача о собственных колебаниях составной балки сводится к решению следующего дифференциального уравнения [7]:

$$\sum EI \cdot y^{VI} - \mu\omega^2 \cdot y'' - \lambda^2 \left(\sum EI \cdot y^{IV} - \mu\omega^2 \cdot y \right) - \frac{\lambda^2 c^2 \mu \omega^2}{\Delta_{11} \sum EI} \cdot y = 0, (1)$$

где μ – погонная масса; ω – частота собств. колеб.; $\lambda^2 = \xi \cdot \gamma$;

$\gamma = \frac{2}{EF} + \frac{c^2}{2EI}$; EF, EI – соответственно жесткости на продольные деформации и изгиб отдельной ветви с размерами прямоугольного поперечного сечения $b \times H$.

Работа связей характеризуется коэффициентом сдвиговой жесткости шва, который определяется как отношение усилия в связях к их деформациям (при равных моментах инерции сечения стоек и ветвей) [2,3,4,5]:

$$\xi = \frac{24EI}{Bc^2(2c + B)}, (2)$$

где c – расстояние между осями ветвей; B – шаг вертикальных стоек.

В качестве примера рассмотрена однопролетная 6 метровая шарнирно опертая балка $\xi = 452,13$.

Ниже представлены первые три формы колебаний модели, построенной в ПК Patran.



Рис. 1. Конечно-элементная модель (ПК Патран)

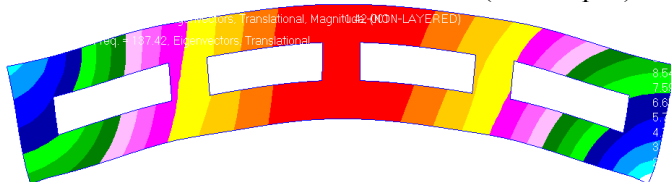


Рис. 2. Первая форма колебаний ($f=137,42$ Гц)

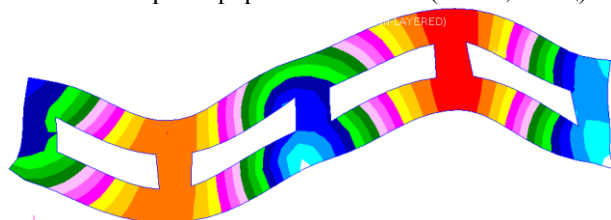


Рис. 3. Вторая форма колебаний ($f=425,98$ Гц)

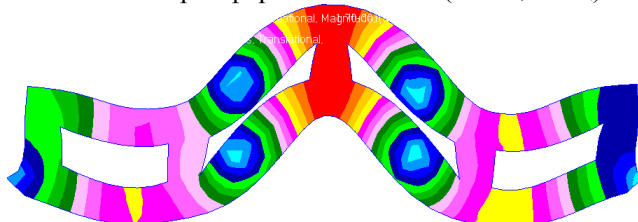


Рис. 4. Третья форма колебаний ($f=687,01$ Гц)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем, Москва, 1955
2. Ржаницын А.Р. Теория стержней строительных конструкций, Москва, 1948
3. Ржаницын А.Р. Составные пластины и стержни. Москва, 1986
4. Ржаницын А.Р. Работа связей в составных стержнях. Научный труд МИСИ им. Куйбышева В.В., № 2, с. 29, 1938
5. Ржаницын А.Р. Теория составных стержней строит. конструкций, Москва, 1948
6. Филатов В.В. Расчет сквозных балок по теории составных стержней Ржаницына А.Р., Вестник МГСУ, № 9, с. 23, 2013
7. Филатов В.В., Габбасов Р.Ф. Численный метод расчета составных пластин и стержней с абсолютно жесткими поперечными связями, Москва, 2014

Студент 6 курса 1 группы института ИСА Лебедев А.С.

Научные руководители - д-р техн. наук проф. В.Л. Мондрус, канд. техн. наук В.А. Смирнов.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАГМЕНТА НЕСУЩЕГО КАРКАСА СИСТЕМЫ «КУПАСС» В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ MSC PATRAN, СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА С НАТУРНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ИСПЫТАНИЯМИ

В данной работе проводится анализ модели фрагмента несущего каркаса системы «КУПАСС» (рис. 1) при действии динамического воздействия в программном комплексе MSC Patran/Nastran. Результаты расчетов сравниваются с данными полученными в экспериментальном исследовании. Данные о конструктивных решениях были взяты из рабочей документации раздел – «Конструкции железобетонные» (14/223-523/5550-1-КЖ).

КЭ Модель фрагмента системы «КУПАСС» была создана в препроцессоре Patran, используя возможности моделирования и импорта геометрии в данной среде (рис. 2).

Целью проведенной работы было сопоставление результатов натурального и численного эксперимента путём сравнения величин перемещений и ускорений, полученных на разных участках конструкции во время динамического испытания, уточнение расчетной КЭ модели виброизоляторов. Сейсмоизоляторы (резинометаллические опоры) выполнены 1D Bush элементами согласно с жесткостными характеристиками сейсмоопры GZY300V5A. Bush элемент сочетает в себе свойства пружины и демпфера, он может быть постоянными или частотно-зависимыми. Жесткости сейсмоопры: горизонтальная – 1.11 кН/мм^2 , вертикальная – 17.3 кН/мм^2 . В качестве элементов скольжения были использованы 0D Bush элементы, установленные согласно плану установки их на фрагменте здания. Основной характеристикой данных элементов была горизонтальная жесткость по направлениям X и Y 0.136 кН/мм^2 . Несущие элементы каркаса выполнены из бетона В40, панели



Рис. 1. Фрагмент несущего каркаса системы «КУПАСС»

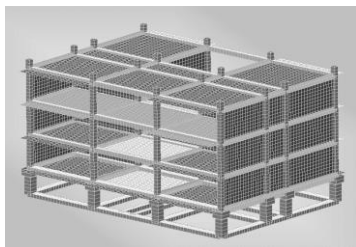


Рис. 2. КЭ Модель фрагмента системы «КУПАСС»

ограждающих конструкций из бетона В15. В качестве источника колебаний использовалась инерционно-резонансная машина. В моделировании принята нагрузка в момент испытаний, с увеличением частоты от 2 Гц до 6 Гц и увеличением амплитуды колебаний за первые 5 секунд. Она была приложена в уровне скользящего пояса в 4х узлах по 245 кН. Был проведен модальный анализ и прямой динамический расчет. В результате модального анализа были получены следующие собственные формы и частоты (табл. 1).

Таблица 1

Собственные формы и частоты колебаний фрагмента.

№ формы	Частота, Гц	Описание формы колебаний
1	0.31748	Вдоль оси ОУ
2	0.31858	Вдоль оси ОХ
3	0.74575	Крутильная ОZ
4	2.1386	Крутильная ОХ
5	2.3512	Нижний пояс вдоль оси ОХ
6	2.6553	Нижний пояс вдоль оси ОУ
7	2.6946	Вдоль оси ОZ
8	2.832	Крутильная ОУ
9	16.239	Перекрытия
10	16.597	Перекрытия

В итоге прямого динамического расчета были получены перемещения и ускорения фрагмента. Максимальные перемещения по оси ОХ скользящего пояса -3.5 см. Максимальные перемещения перекрытия над сейсмоизоляторами (РМО) по оси ОХ - 5мм. Максимальные ускорения скользящего пояса (при наибольшей нагрузке на фрагмент) по оси ОХ - 12.5 м/с², а перекрытия подвального этажа над РМО по оси ОХ при той же нагрузке - 1.65 м/с². Ускорение перекрытия подвального этажа над РМО по оси ОZ. Максимум 1.15 м/с². Амплитуды ускорений при нагрузке на фрагмент 106.8 кН, сопоставимы с результатами эксперимента (табл. 2).

Таблица 2

Амплитуды ускорений

	КЭ модель	Эксперимент
Скользящий пояс	Максимум 1.65 м/с ²	Максимум 1.67 м/с ²
Над РМО	Максимум 0.17 м/с ²	Максимум 0.12м/с ²

По итогам выполненной работы можно сделать следующие выводы: ускорения при нагрузке 106.8 кН полученные при численном моделировании достаточно точно совпадают с результатом расчета; при ускорении основания 0.3-0.4g, что соответствует 9-бальному сейсмическому воздействию амплитуды ускорений над РМО значительно ниже амплитуд ускорений скользящего пояса.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОТОВЫХ И ГОФРИРОВАННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ПАНЕЛЕЙ

Настоящая научно-техническая работа была направлена на разработку методики расчёта жесткостных параметров трёхслойных панелей, выполненных из гофроалюминия, жёсткость которых эквивалентна жесткости трёхслойных панелей с сердцевинной из сотового алюминия.

Для построения корректной методики расчёта в рамках работы было предусмотрено выполнение следующих экспериментальных, натурных и аналитических исследований:

- определение физико-механических характеристик образцов материала лицевой и тыльной сторон панелей;
- исследование напряженно-деформированного состояния сотовых и гофрированных панелей при статически приложенной равномерно распределённой внешней нагрузке
- исследование динамических параметров сотовых и гофрированных панелей с целью уточнения построенных численных моделей и дальнейшей верификации разрабатываемой методики, а также определения коэффициентов демпфирования на резонансных частотах панелей.

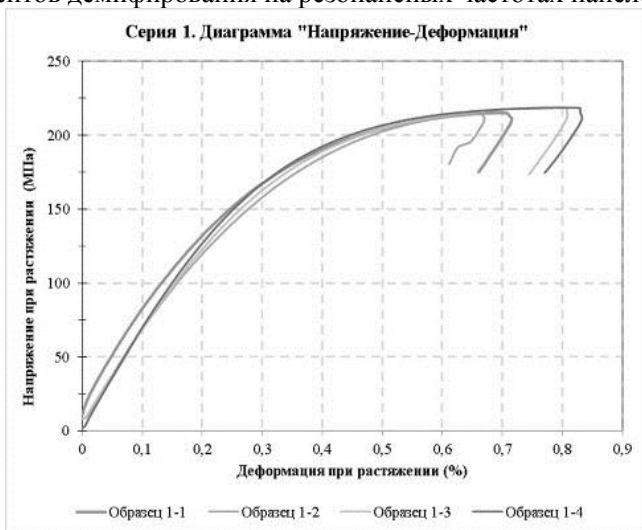


Рис. 1. Диаграмма «Нагрузка-Деформация»

Для определение физико-механических характеристик материала панелей было испытано 12 образцов трёх толщин – 0,8; 1,0 и 1,2 мм (по четыре образца каждой толщины). Размеры образцов назначались в соответствии с Приложением 3 ГОСТ 1497-84, Тип 1 [1].

Номер	Маркировка	Модуль упругости, МПа	Условный предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Коэф-т Пуассона
1	1-1	69391,37	199,00	215,15	0,281
2	1-2	65088,59	204,00	214,21	0,282
3	1-3	62793,41	199,00	218,91	0,285
4	1-4	67899,62	201,00	218,56	0,320
Среднее значение		66293,25	200,75	216,71	0,292
Среднекв. откл.		2543,56	2,05	2,06	0,02
Стандарт. откл.		2937,05	2,36	2,38	0,02

Рис. 2. Результаты испытаний по определению физ.-мех свойств

Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния трёхслойных панелей с сотовым и гофроалюминиевым сердечником проводились на специально сконструированном стенде, позволяющем проводить испытания в условиях максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации. С этой целью крепежные узлы панелей болтами (по 2 болта на крепежный узел) крепились к двутаврам, которые в свою очередь закреплялись в силовом полу лаборатории. Панель располагалась лицевой стороной вниз.

Внешней нагрузкой на панель являлась равномерно распределённая нагрузка, которая в условиях эксперимента моделировалась равномерно распределённым давлением, создаваемым зажатými между исследуемой панелью и основанием пневмооболочками. Поддерживая заданное и контролируемое манометрами давление, осуществлялось нагружение панелей в заданном диапазоне нагрузок. Нагрузка на панели прикладывалась пошагово, в диапазоне 0 – 2000 Па с шагом 200 Па. Некоторые панели были дополнительно подвергнуты повышенному уровню нагружения в диапазоне 0 – 5000 Па (с шагом 200 Па) и 0 – 10000 Па (с шагом 1000 Па).

Перед нагружением проводились динамические испытания панелей, установленных в проектное положение. Результатами динамических испытаний являются виброграммы затухающих колебаний, по результатам обработки которых определялись коэффициент потерь.

При сравнительном анализе прогибов панелей с сотовым наполнителем на всех этапах нагружения диаграмма прогибов следует одному и тому же закону, панель при уровнях нагружения до 5 кПа работает в упругой стадии. Во всех трёх экспериментах прогибы, соответствующие

щие одинаковым нагрузкам совпадают при нагружении 0 – 2, 0 – 5 и 0 – 10 кПа.

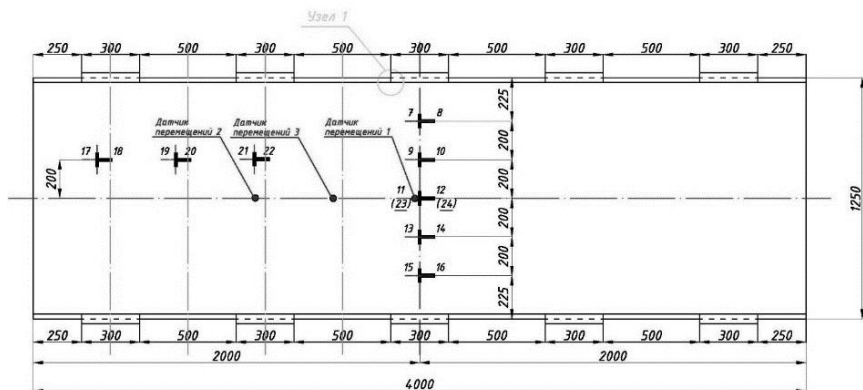


Рис. 3. Схема расположения прогибомеров и тензодатчиков

При нагрузке около 7 кПа в панелях возникает местная потеря устойчивости отдельных элементов заполнителя, что приводит к скачкообразному увеличению прогибов.

Как показывает сравнительный анализ прогибов панелей с гофрированным заполнителем на всех этапах нагружения диаграмма прогибов следует одному и тому же закону, панель при уровнях нагружения до 5 кПа работает в упругой стадии, остаточные прогибы не превышают 0,2 мм. Во всех трёх экспериментах с панелями ПГ-1 – ПГ-3 прогибы, соответствующие одинаковым нагрузкам совпадают при нагружении 0 – 5 и 0 – 10 кПа. При этом при наибольшем нагружении – до 10 кПа, остаточные прогибы оказываются значительными – до 0,5 мм, что связано с наличием неупругих деформаций крепежных элементов и соединений. Прогибы в точках 2 и 3, полученные при нагружении до 2 кПа совпадают, в отличие от панелей с сотовым заполнителем. Это связано с большей изгибной жесткостью гофрированного заполнителя в продольном направлении, чем сотового.

Сравнительный анализ показывает, что жесткость панелей с гофрированным заполнителем совпадает между собой, о чем свидетельствует одинаковый наклон кривой прогибов панелей в диапазоне 0 – 2 кПа. Аналогичная зависимость наблюдается и для панелей с сотовым заполнителем, при этом прогибы панелей с гофроалюминиевым заполнителем оказываются в среднем на 38 – 40% выше, чем прогибы панелей с сотовым заполнителем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытания на растяжение.

КРИТИЧЕСКИЕ ЧАСТОТЫ МОТОРА С ЭКСЦЕНТРИКОМ НА ОТРЫВ ОТ ОСНОВАНИЯ С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАКЦИИ ОСНОВАНИЯ

Начальным этапом решения любой инженерной задачи является выбор адекватной расчетной модели реального физического процесса. В зависимости от постановки задачи, модель одного и того же процесса может различаться. Контекст конкретной задачи иногда допускает ее упрощение, а иногда требует усложнения, учитывающего специфику поставленных в ней вопросов.

За основу данной работы приняты задачи №35.10 и №35.11 из классического сборника задач по теоретической механике И.В.Мещерского [1], в которых рассматривается мотор с эксцентриком (Рис.1). В числе поставленных вопросов – реакции основания (вертикальная и горизонтальная) и критическая угловая скорость вращения ротора, при которой происходит отрыв мотора от фундамента, если он не закреплен болтами.

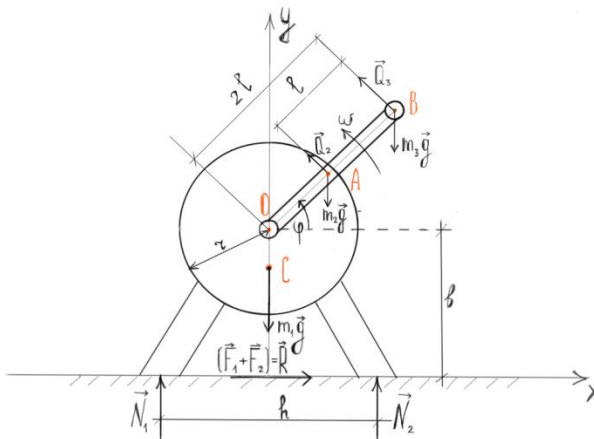


Рис.1.

Будучи размещенной как учебная задача в параграфе «Теорема о движении центра масс механической системы», она подразумевает под вертикальной реакцией суммарную реакцию опорных точек, а под «отрывом» – поступательный отрыв «вверх» при обнулении этой суммарной реакции.

Однако, ни теорема о движении центра масс, ни теорема об изменении количества движения, позволяющие найти суммарную вертикаль-

ную реакцию, не могут дать ответ на вопрос, как она распределена между опорными точками. А от этого распределения зависит и критическая угловая скорость, т.к. для «отрыва» достаточно равенство нулю не суммарной реакции, а реакции одной из опорных точек.

Для нахождения каждой из реакций дополним систему уравнений, полученных из теоремы об изменении количества движения, теоремой об изменении кинетического момента.

Запишем теорему об изменении количества движения в проекциях на оси Ox и Oy , а теорему об изменении кинетического момента в проекциях на ось Oz . Получим следующую систему уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dQ_x}{dt} = \sum F_{kx}^{(e)} = F_1 + F_2 = R \\ \frac{dQ_y}{dt} = \sum F_{ky}^{(e)} = N_1 + N_2 - Mg \\ \frac{dL_{Oz}}{dt} = \sum M_{Oz}(\bar{F}_k^{(e)}) = N_1 \cdot \frac{h}{2} - N_2 \cdot \frac{h}{2} + Rb - m_2 g l \cos \varphi - m_3 g 2l \cos \varphi \end{array} \right. \quad (1)$$

где: $R = F_1 + F_2$ – суммарная горизонтальная реакция двух опор
 $M = m_1 + m_2 + m_3$ – масса системы

Вычислим Q_x , Q_y и L_{Oz} :

$$Q_x = \sum_{k=1}^3 Q_{kx} = 0 - m_2 V_A \sin \varphi - m_3 V_B \sin \varphi = -(m_2 + 2m_3) \omega l \sin \omega t$$

$$Q_y = \sum_{k=1}^3 Q_{ky} = 0 + m_2 V_A \cos \varphi + m_3 V_B \cos \varphi = (m_2 + 2m_3) \omega l \cos \omega t$$

$$L_{Oz} = \sum_{k=1}^3 0 + L_{kz} I_{Az} \omega + I_{Bz} \omega = 4l^2 \omega \left(\frac{m_2}{3} + m_3 \right)$$

В этих выражениях учтено, что:

$V_1 = 0$; $V_A = \omega l$; $V_B = 2\omega l$; $\varphi = \omega t$, т.к. вал вращается равномерно

Дифференцируем полученные выражения по времени и подставляем в систему (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} -(m_2 + 2m_3) \omega^2 l \cos \omega t = F_1 + F_2 = R \\ -(m_2 + 2m_3) \omega^2 l \sin \omega t = N_1 + N_2 - Mg \\ \frac{d\omega}{dt} \left[4l^2 \left(\frac{m_2}{3} + m_3 \right) \right] = N_1 \cdot \frac{h}{2} - N_2 \cdot \frac{h}{2} + Rb - m_2 g l \cos \varphi - m_3 g 2l \cos \varphi \end{array} \right.$$

Таким образом, получена система алгебраических уравнений, содержащая относительно неизвестных реакций R , N_1 и N_2 . Решив её, с учетом того, что при равномерном вращении вала $\frac{d\omega}{dt} = 0$, получаем:

$$R = F_1 + F_2 = -(m_2 + 2m_3)\omega^2 l \cos\omega t \quad (2)$$

$$N_{1,2} = \frac{Mg}{2} - \frac{\omega^2 l(m_2 + 2m_3)}{2} \sin\omega t \pm \frac{l(m_2 + 2m_3)(g + \omega^2 b)}{h} \cos\omega t \quad (3)$$

Анализ выражения (3) показывает, что вертикальные реакции изменяются в противофазе по гармоническому закону относительно своего статического значения, определяемого 1-м слагаемым. 1-е и 2-е слагаемые вместе определяют значения вертикальных реакций без учета их перераспределения, как предполагается в задачнике [1]. Характер изменения реакций изображен на Рис.2. Здесь жирными линиями изображены действительные реакции, тонкой линией – реакции без учета их перераспределения, пунктиром – статические значения реакций

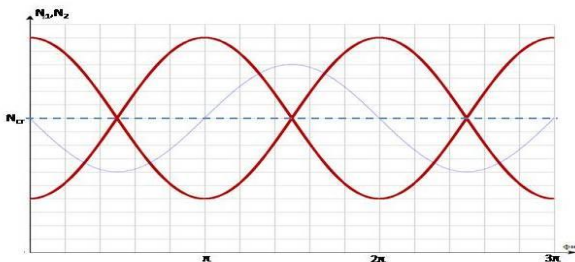


Рис.2

Полученное выражение критической угловой скорости, при которой мотор может оторваться от поверхности

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{Mgh}{2l(m_2 + 2m_3)b} - \frac{g}{b}}$$

отличается от полученного на основании упрощенной модели

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{Mg}{l(m_2 + 2m_3)}}$$

и зависит, помимо прочего, от расстояния между опорными точками и высоты расположения вала мотора

Т.к. экстремальные значения реакций по «уточненной» и «усредненной» схемах различаются по фазе на $\pi/2$, при расчете конкретной установки должны быть учтены оба выражения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике. СПб.: «Лань», 2010.
2. Антонов В.И., Белов В.А., Егорычев О.О., Пашиков А.В. Основные вопросы динамики. Учебное пособие по теоретической механике. М.: МГСУ, 2009.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ФАЛЬШПОЛА

В данной статье описано экспериментальное исследование сейсмостойкости фальшпола.

Для оценки сейсмостойкости фрагментов фальшпола была разработана методика, позволяющая определить поведение фальшпола и его отдельных конструктивных элементов при динамическом воздействии, эквивалентном сейсмическому.

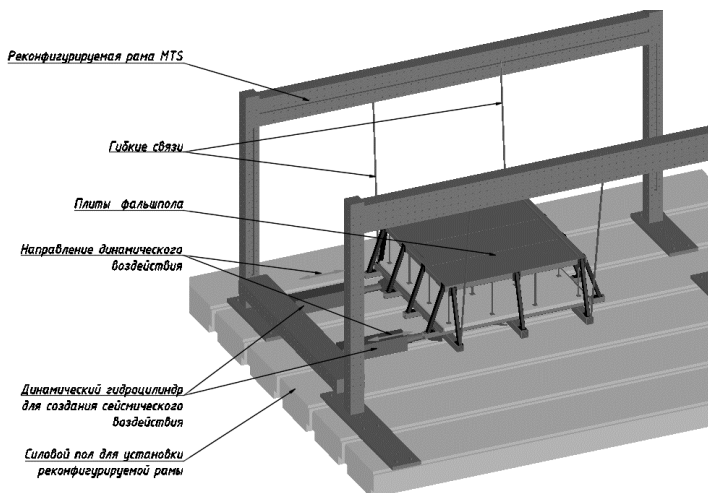


Рис. 1. Схема платформы для испытаний, установленной в раме

Испытательный стенд спроектирован для испытаний, моделирующих работу конструкции элемента фальшпола при динамическом воздействии знакопеременных нагрузок и ускорений (рис. 1). Платформа для испытаний установлена в реконфигурируемой раме MTS на гибких связях – цепях. Для испытания была смонтирована модель фальшпола. Платформа для испытаний имеет бетонное основание, на которое были установлены стойки фальшпола, зафиксированные клеем. На стойки были установлены гипсовые плиты. Плиты упирались в швеллеры через амортизирующие накладки из проводящего полимера с выпуклой поверхностью, для лучшего контакта с плитой, которые фиксируют раскосы. Данный упор обеспечивал необходимое поведение, близкое к поведению в натуральных условиях. К раскосам были установлены уголки,

образующие каркас короба, в который были помещены мешки с песком, обеспечивающие постоянную равномерно распределенную нагрузку (рис. 2).

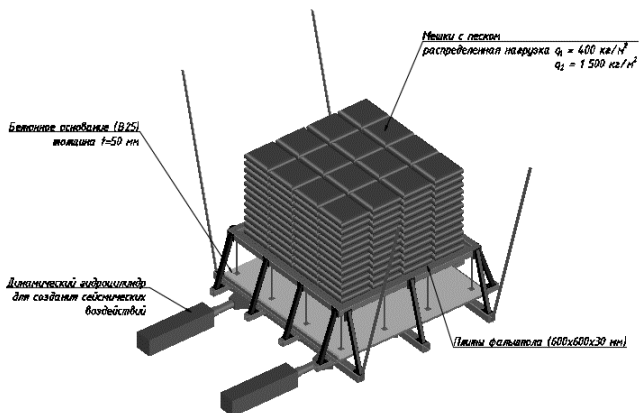


Рис. 2. Схема нагружения фальшпола в платформе для испытаний

Полученные результаты с акселерометр приведены в графике (рис. 3).

Таким образом выявлена резонансная частота колебаний фальшпола, следовательно, на такой частоте при колебаниях фальшпола возникает самая большая амплитуда.

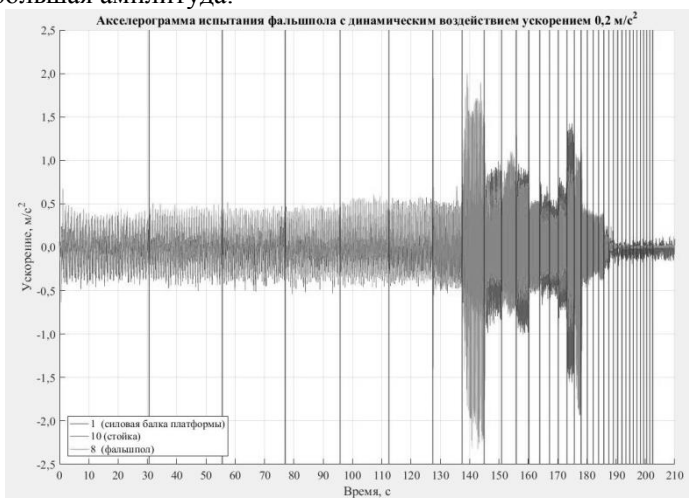


Рис. 3. Акселерограмма ускорение-время для фрагмента фальшпола

МЕТОДЫ РАСЧЁТА ОСАДКИ ОДИНОЧНЫХ СВАЙ

В данной статье описывается расчёт осадки одиночной буронабивной сваи круглого сечения по двум методам:

1. Расчёт осадки по СП 24.13330.2011

Исходные данные:

- Размеры сваи: длина $l=9$ м. диаметр $d=0.35$ м.
- Коэффициент Пуассона, осреднённый для всех слоёв грунта: $\nu_1=0.35$;
- Коэффициент Пуассона грунта под нижним концом сваи глубиной 0,5 длины сваи $\nu_2=0.32$;
- Модуль сдвига, осреднённый для всех слоёв грунта $G_1= 7400$ кПа;
- Модуль сдвига слоёв под нижним концом сваи глубиной 0,5 длины сваи $G_2= 8260$ кПа;
- Расчетное значение вертикальной нагрузки на голову сваи $N=350$ кН.

Необходимые условия для выполнения расчёта:

$$l/d = 9/0,35 = 25,71429 > 5 - \text{условие выполнено.}$$

$$G_1 * l / (G_2 * d) = 7400 * 9 / (8260 * 0,35) = 22,96 > 1 - \text{условие выполнено.}$$

Площадь опирания на грунт:

$$A = \pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,35^2 / 4 = 0,096 \text{ м}^2 .$$

Коэффициент k_v и k_{v1} определяются по формуле:

$$k_v = 2,82 - 3,78 * \nu + 2,18 * \nu^2$$

При $\nu = (\nu_1 + \nu_2) / 2 = (0,35 + 0,32) / 2 = 0,335$ и при $\nu = \nu_1$

$$k_v = 2,82 - 3,78 * 0,335 + 2,18 * 0,335^2 = 1,32;$$

$$k_{v1} = 2,82 - 3,78 * 0,32 + 2,18 * 0,32^2 = 1,22;$$

$$\beta' = 0,17 * \ln(k_v G_1 * l / (G_2 * d)) = 0,17 * \ln(1,32 * 7400 * 9 / (8260 * 0,35)) = 0,56.$$

$$\alpha' = 0,17 * \ln(k_{v1} l / d) = 0,17 * \ln(1,22 * 9 / 0,35) = 0,58$$

где β' - коэффициент, соответствующий абсолютно жесткой свае ($EA = \infty$); α' - тот же коэффициент для случая однородного основания с характеристиками G_1 и ν_1 .

$$\chi = EA / (G_1 * l^2) = 30000000 * 0,096 / (7400 * 9^2) = 4,80$$

$$\lambda_1 = 2,12 * \chi^{0,75} / (1 + 2,12 * \chi^{0,75}) = 2,12 * 4,80^{0,75} / (1 + 2,12 * 4,80^{0,75}) = 0,87$$

где χ – относительная жесткость сваи; λ_1 - параметр, характеризующий увеличение осадки за счет сжатия ствола.

Вычисление коэффициента β :

$$\beta = \frac{\beta'}{\lambda_1} + \frac{1 - (\frac{\beta'}{\alpha'})}{\chi} = \frac{0,56}{0,87} + \frac{1 - (\frac{0,56}{0,58})}{4,80} = 0,651;$$

Вычисление осадки:

$$s = b N / (G_1 L) = 0,651 \cdot 350 / (7400 \cdot 9) = 0,00381 \text{ м} = 3,81 \text{ мм.}$$

$$s = \mathbf{0,00381} \text{ м} \leq s_u = 0,08 \text{ м} - \text{условие выполнено}$$

2. Расчёт осадки в ПК Plaxis по методу конечных элементов

Таблица 1

Физико механические свойства слоёв грунта

	γ , [КН/м ³]	E , [КН/м ²]	C , [КН/м ²]	ϕ , [°]	Ψ , [°]
ИГЭ-1	19,9	17000,0	30,0	22,0	0,0
ИГЭ-2	20,5	19000,0	28,0	23,0	0,0
ИГЭ-3	19,5	31000,0	1,0	33,0	3,0
ИГЭ-4	21,1	20000,0	52,0	22,0	0,0

* γ – плотность частиц; E – модуль упругости; c – сцепление частиц; ϕ – угол внутреннего трения; Ψ – коэффициент дилатансии ($\Psi = \phi - 30^\circ$)
Результаты расчёта:

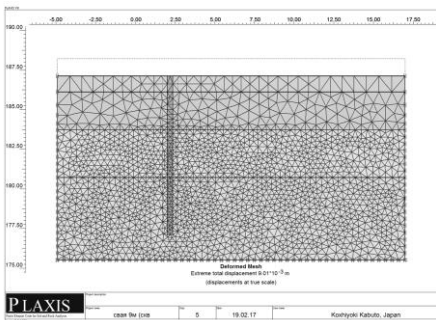


Рис. 1. Конечно-элементная модель

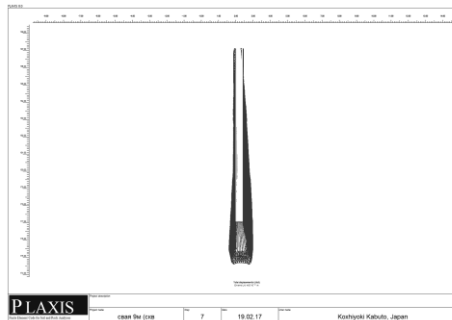


Рис. 2. Вертикальные перемещения буронабивной сваи. *Max* значение 4,69 мм

Выводы:

- Расхождение результатов составляет менее 1 мм.
- Метод конечных элементов является более точным, т.к. модель грунтового массива, в котором находится БНС описана более подробно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНИП 2.02.03-85 – Москва 2011.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЙ И РЕАКЦИЙ СВЯЗЕЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА

В данной работе исследуется напряженное состояние ленты транспортера и реакции в его осях. Задача решается в статической постановке, подразумевая равномерное движение транспортера. При решении задачи в частности исследовалось трение нити о цилиндрическую поверхность[2]. Исследование трения выходит за рамки теоретической механики.

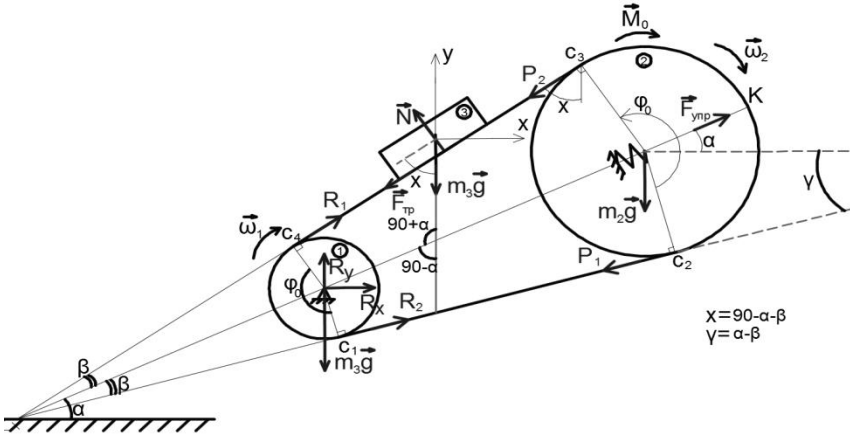


Рис. 1. Схема задачи

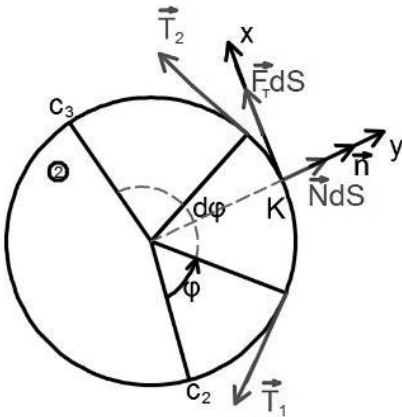


Рис. 2. Диск 2

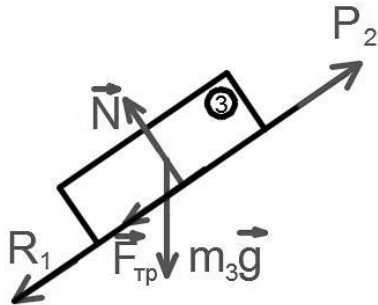


Рис. 3. Тело 3

Рассмотрим равновесия участка нити dS . Учитывая, что:

$$dS = rd\varphi; \quad \cos\frac{d\varphi}{2} \sim 1 \quad \sin\frac{d\varphi}{2} \sim \frac{d\varphi}{2};$$

Спроецируем на ось OX и OY (Рис.2) и запишем уравнение моментов:

$$\begin{cases} NdS - T_2 d\varphi - T_1 \frac{d\varphi}{2} = 0 \\ T_2 = T_1 + dT \\ F_{\text{тр}} dS + T_2 - T_1 = 0 \\ \Sigma M = P_2 * r - P_1 * r + M_0 \end{cases} \quad (1)$$

M_0 – минимальный момент необходимый для равномерного движения транспортера

$$Nr - T_1 = 0; \quad F_{\text{тр}} r + \frac{dT}{d\varphi} = 0;$$

$$\frac{dT}{T_1} = -f d\varphi;$$

$$\int_{P_1}^{P_2} \frac{dT}{T_1} = \int_0^{\varphi_0} d\varphi$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = -f d\varphi_0;$$

Аналогично:

$$\ln \frac{R_2}{R_1} = -f d\varphi_1$$

$$\frac{P_2}{P_1} = e^{(-f\varphi_0)};$$

$$\frac{R_2}{R_1} = e^{(-f\varphi_1)};$$

$$M_0 = P_1 * r - P_2 * r;$$

$$\varphi_0 = -(180 - 90 - \beta) * 2 + 360 = 360 - 360 - 180 - 2\beta =$$

$$= -(180 + 2\beta) - \text{угол поворота на 2 диске}$$

$$\varphi_1 = -(180 - 2\beta) - \text{угол поворота на 1 диске}$$

Распишем проекции сил, действующих на верхнюю нить, на оси (рис.3)

$$\text{ох: } R_1 \cos(\alpha + \beta) - P_2 \sin(90 - \alpha - \beta) - F_{\text{тр}} * \cos(\alpha + \beta) -$$

$$N \sin(90 - \alpha - \beta) = 0$$

$$\text{оу: } R_1 \sin(\alpha + \beta) - P_2 \cos(90 - \alpha - \beta) - m_3 g - F_{\text{тр}} * \sin(\alpha + \beta) +$$

$$N \cos(90 - \alpha - \beta) = 0$$

Преобразуем углы:

$$\sin(90 - \alpha - \beta) = \sin\left(\frac{\pi}{2} - (\alpha + \beta)\right) = \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(90 - \alpha - \beta) = \cos\left(\frac{\pi}{2} - (\alpha + \beta)\right) = \sin(\alpha + \beta)$$

Разделим OX на $\cos(\alpha + \beta)$ и OY на $\sin(\alpha + \beta)$

$$\text{ох: } R_1 - P_2 - F_{\text{тр}} - N = 0$$

$$\text{оу: } R_1 - P_2 - \frac{m_3 g}{\sin(\alpha + \beta)} - F_{\text{тр}} + N = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = P_2 + F_{\text{тр}} + \frac{m_3 g}{2 \sin(\alpha + \beta)} \\ R_2 = P_1 - \text{невесомая нить} \\ \frac{P_2}{P_1} = e^{(-f\varphi_0)} \quad \frac{R_2}{R_1} = e^{(-f\varphi_1)} \end{array} \right. \quad (3) \quad F_{\text{тр}} = f_0 N = f_0 m_3 g * \cos(\alpha + \beta)$$

$$\frac{R_2}{R_1} = e^{(-f\varphi_1)} \sim P_1 = \frac{R_1}{e^{(-f\varphi_1)}} \sim \frac{P_2 e^{(-f\varphi_1)}}{R_1} = e^{(-f\varphi_0)} ;$$

$$R_1 = \frac{e^{(-f\varphi_0)}}{e^{(-f\varphi_1)}} R_1 + f_0 m_3 g * \cos(\alpha + \beta) + \frac{m_3 g}{2 \sin(\alpha + \beta)} ;$$

$$R_1 (1 - e^{(f\varphi_1 - f\varphi_0)}) = f_0 m_3 g * \cos(\alpha + \beta) + \frac{m_3 g}{2 \sin(\alpha + \beta)} ;$$

$$f\varphi_1 - f\varphi_0 = 4f\beta ;$$

$$R_1 = \frac{f_0 m_3 g * \cos(\alpha + \beta) + \frac{m_3 g}{2 \sin(\alpha + \beta)}}{1 - e^{4f\beta}} ; \quad P_1 = \frac{f_0 m_3 g * \cos(\alpha + \beta) + \frac{m_3 g}{2 \sin(\alpha + \beta)}}{(1 - e^{4f\beta}) * e^{(-f\varphi_1)}} ;$$

$$R_2 = R_1 * e^{(-f\varphi_1)} = e^{(-f\varphi_1)} * \frac{f_0 m_3 g * \cos(\alpha + \beta) + \frac{m_3 g}{2 \sin(\alpha + \beta)}}{1 - e^{4f\beta}} ; \quad P_1 = R_2 ;$$

$$P_2 = \frac{f_0 m_3 g * \cos(\alpha + \beta) + \frac{m_3 g}{2 \sin(\alpha + \beta)}}{1 - e^{4f\beta}} - f_0 m_3 g * \cos(\alpha + \beta) - \frac{m_3 g}{2 \sin(\alpha + \beta)}$$

Рассмотрим диск 2:

$$\text{ох: } F_{\text{упр}} \cos \alpha - P_2 \cos(\alpha + \beta) - P_1 \cos(\alpha - \beta) = 0$$

$$\text{оу: } F_{\text{упр}} \sin \alpha + P_1 \sin(\alpha - \beta) - P_2 \sin(\alpha + \beta) - m_2 g = 0$$

$$F_{\text{упр}} = \frac{m_2 g - P_1 \sin(\alpha - \beta) + P_2 \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$$

Рассмотрим диск 1:

$$\text{ох: } R_{AX} = -R_2 \cos(\alpha - \beta) - R_1 \cos(\alpha + \beta)$$

$$\text{оу: } R_{AY} = m_1 g - R_1 \sin(\alpha + \beta) - R_2 \sin(\alpha - \beta)$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мещерский И.В.* Задачи по теоретической механике. СПб.: «Лань», 2010.

2. *Антонов В.И., Белов В.А., Егорычев О.О., Пашков А.В.* Основные вопросы динамики. Учебное пособие по теоретической механике. М.: МГСУ, 2009.

**ПРИМЕНЕНИЕ ОБОБЩЁННЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДА
КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ К РАСЧЁТУ ИЗГИБАЕМЫХ ПЛИТ НА
ЛОКАЛЬНЫЕ И РАЗРЫВНЫЕ НАГРУЗКИ**

Для расчета тонкой изгибаемой плиты на локальные и разрывные нагрузки в работе использовались обобщённые уравнения метода конечных разностей (МКР). Численное решение сводится к составлению разностных уравнений, которые позволяют учитывать конечные разрывы искомой функции, правой части исходных дифференциальных уравнений, а также – разрывы производных функций. Решены задачи на действие сосредоточенной силы; при этом исследовался вопрос об аппроксимации силы нагрузкой типа «крест», распределённой по линейному закону, по квадратной параболе и равномерно распределённой по площади. Расчёт проводился при разном числе разбиений. Результаты сравнивались с известным решением [1].

Дифференциальные уравнения изгиба тонкой изотропной плиты [1] запишем в безразмерном виде:

$$\frac{\partial^2 m}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 m}{\partial \eta^2} = -p; \tag{1}$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2} = -m, \tag{2}$$

где $\xi = \frac{x}{a}$; $\eta = \frac{y}{a}$; $m = \frac{M}{q_0 a^2}$; $M = \frac{M_x + M_y}{1 + \mu}$; $p = \frac{q}{q_0}$; $w = \frac{WD}{q_0 a^4}$;

q_0 - интенсивность нагрузки в какой-либо точке; μ - коэффициент Пуассона; D - цилиндрическая жесткость; a – сторона плиты; W - прогиб.

Запишем численные аналоги уравнений (1), (2) [2] на квадратной сетке с шагом h :

$$\begin{aligned} & \tilde{m}_{i-1,j} + \tilde{m}_{i,j-1} - 4\tilde{m}_{i,j} + \tilde{m}_{i,j+1} + \tilde{m}_{i+1,j} \\ & + \frac{1}{2h} \left({}^I \Delta m_{ij}^\xi + {}^{III-IV} \Delta m_{ij}^\xi + {}^{I-III} \Delta m_{ij}^\eta + {}^{II-IV} \Delta m_{ij}^\eta \right) = \\ & = -\frac{1}{4} \left({}^I p_{ij} + {}^{II} p_{ij} + {}^{III} p_{ij} + {}^{IV} p_{ij} \right); \end{aligned} \tag{3}$$

$$\tilde{w}_{i-1,j} + \tilde{w}_{i,j-1} - 4\tilde{w}_{i,j} + \tilde{w}_{i,j+1} + \tilde{w}_{i+1,j} = -\tilde{m}_{i,j}, \tag{4}$$

Безразмерные изгибающие моменты определяются по формулам:

$$\begin{cases} m^{(\xi)} = -(w^{\xi\xi} + \mu w^{\eta\eta}); \\ m^{(\eta)} = -(w^{\eta\eta} + \mu w^{\xi\xi}). \end{cases} \tag{5}$$

$$w_{ij}^{\xi\xi} = h^2 (\tilde{w}_{i-1,j} - 2\tilde{w}_{i,j} + \tilde{w}_{i+1,j}). \tag{6}$$

Для квадратной плиты в центральной точке 1:

$$m^{(\xi)} = m^{(\eta)}; w_{ij}^{\xi\xi} = w_{ij}^{\eta\eta}. \quad (7)$$

Уравнения (1) и (2), записанные для всех внутренних точек плиты с учетом граничных условий, позволяют определить напряженно-деформированное состояние.

1. Рассмотрим квадратную шарнирно опёртую по контуру плиту на действие нагрузки типа «крест» распределённой по линейному закону. При шарнирном опирании на контуре: $w = 0$; $m = 0$.

Принимаем $h = 0.25$. Максимальное значение интенсивности x находим, исходя из того, что плита нагружена единичной силой в центре:

$$x = {}^{I-II} \Delta m_{ij}^{\xi} = {}^{III-IV} \Delta m_{ij}^{\xi} = {}^{I-III} \Delta m_{ij}^{\eta} = {}^{II-IV} \Delta m_{ij}^{\eta} = \frac{1}{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot h} = \frac{0.5}{h}$$

Запишем уравнения (3) и (4) для каждой из трёх расчетных точек плиты. Для дальнейших вычислений удобнее точки обозначать одним индексом, расчетная схема показана на рис.1(a):

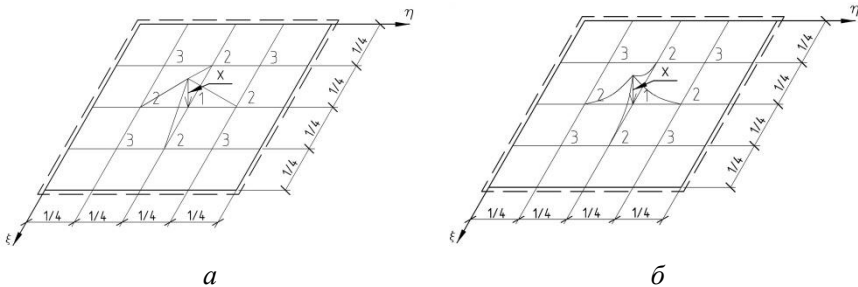


Рис.1. Расчетные схемы к задачам 1 и 2 соответственно

$$\begin{cases} \tilde{m}_2 + \tilde{m}_2 - 4\tilde{m}_1 + \tilde{m}_2 + \tilde{m}_2 + \frac{1}{2 \cdot 0.25} (2 + 2 + 2 + 2) = 0; \\ \tilde{m}_3 - 4\tilde{m}_2 + \tilde{m}_3 + \tilde{m}_1 = 0; \\ -4\tilde{m}_3 + \tilde{m}_2 + \tilde{m}_2 = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Откуда $\tilde{m}_1 = 6$; $\tilde{m}_2 = 2$; $\tilde{m}_3 = 1$.

$$\begin{cases} \tilde{w}_2 + \tilde{w}_2 - 4\tilde{w}_1 + \tilde{w}_2 + \tilde{w}_2 = -6; \\ \tilde{w}_3 - 4\tilde{w}_2 + \tilde{w}_3 + \tilde{w}_1 = -2; \\ -4\tilde{w}_3 + \tilde{w}_2 + \tilde{w}_2 = -1. \end{cases} \quad (9)$$

Откуда $\tilde{w}_1 = 3.5$; $\tilde{w}_2 = 2$; $\tilde{w}_3 = 1.25$.

где $\tilde{w} = \frac{w}{h^4}$; $\tilde{m} = \frac{m}{h^2}$.

Безразмерные изгибающие моменты вычисляются по (5) с учётом (6) и (7) при $\mu = 0.3$:

$$w_1^{\xi\xi} = 0.25^2 (2 - 2 \cdot 3.5 + 2) = -0.1875;$$

$$m^{(\xi)} = -(-0.1875 - 0.3 \cdot 0.1875) = 0.2437;$$

2. Изменим аппроксимацию нагрузки типа «крест», задавая ее в виде четырёх квадратных парабол (рис.1(б)). Аналогично выше приведенному: $x = 0.75/h$.

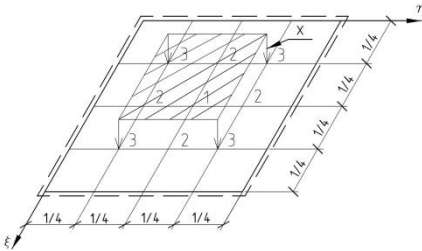


Рис 2. Расчетная схема к задаче 3.

3. Сосредоточенную силу заменяем нагрузкой, равномерно распределённой по площади четырех квадратов (рис. 2).

$$x = \frac{1}{(2 \cdot h)^2} = \frac{0.25}{(h)^2}.$$

В таблице приведены значения максимальных прогибов и моментов при разном числе разбиения и соответственно для каждого случая аппроксимации.

Таблица 1

Сходимость численного решения с уменьшением шага

	1		2		3	
	w_1	m_1	w_1	m_1	w_1	m_1
1/4	0.0136	0.2437	0.0205	0.3656	0.0034	0.0609
1/6	0.0127	0.2874	0.0191	0.4312	0.0099	0.1547
1/8	0.0123	0.3178	0.0185	0.4767	0.0106	0.1849
решение [1]	0.0116	0.2979	0.0116	0.2979	0.0116	0.2979

ВЫВОД

Таблица иллюстрирует сходимость численного решения с уменьшением шага. Полученные результаты позволяют считать аппроксимацию сосредоточенной силы нагрузкой распределённой по площади наиболее правильной при решении задачи с использованием обобщенных уравнений МКР.

Разработанный алгоритм позволяет перейти к расчёту плиты с опорой в центральной точке. В этом случае следует принять прогиб на опоре равным нулю, а искомой величиной считать реакцию опоры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки пер. с англ. М., Наука, 1966. 635 с.
2. Габбасов Р.Ф., Габбасов А.Р., Филатов В.В. Численное построение разрывных решений задач строительной механики. М. :АСВ, 2008. 288 с.

Студентка 4 курса 1 группы ИСА Рафеевко В.В.

Студентка 4 курса 2 группы ИСА Помыканова А.А.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, доц. В.В. Филатов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕВЫГОДНОГО ЗАГРУЖЕНИЯ ПЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ

В работе [1] авторы указывают на необходимость моделирования загрузок от автотранспорта по нескольким вариантам приложения нагрузки по площади парковки и поиска наиболее невыгодного её положения. Объясняется это тем, что СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» не устанавливает чёткого алгоритма расположения такого типа нагрузок. Рассмотрев несколько вариантов загрузки одного из уровней парковки, в [1] все же не предложена методика определения наиболее невыгодного положения нагрузки.

Для стержневых систем подобная задача решается с помощью линий влияния [2]. Напомним, что линией влияния называется график изменения значения исследуемой величины в определенном сечении при движении вдоль оси конструкции единичной силы, сохраняющей постоянное направление. По аналогии введем понятие поверхности влияния для континуальных систем (плит и оболочек). Под поверхностью влияния будем понимать графическое изображение закона изменения исследуемой величины в заданном сечении при последовательном нагружении единичной силой всех точек поверхности. Естественно, подобная задача требует привлечения численных методов.

Наибольшее распространение получили расчетные комплексы, основанные на методе конечных элементов. Для проведения тестовых расчетов нами использован вычислительный комплекс Лира – САПР.

Численная методика основана на статическом методе. На плиту наносится расчетная сетка. В каждый узел расчетной сетки последовательно устанавливается нагрузка $F=1$ кН. Для каждого нового положения нагрузки производится расчет и определяется искомая величина в заданном сечении. Полученное значение искомой величины записывается в ту точку, где была приложена сосредоточенная нагрузка. По полученным результатам строится поверхность влияния.

В качестве примера нами рассмотрена плита на 9 опорах (колоннах) см. Рис.1.

Размер плиты в плане 16х16 м, сетка колонн 8х8 м. Шаг расчетной сетки – 2 м в направлении осей x и y . Толщина железобетонной плиты – 200мм.

Допустим, необходимо построить поверхность влияния прогибов для точки, обозначенной на рис. 1 (середина левого нижнего пролета).

В этом случае не обязательно выполнять все описанные выше процедуры. В соответствии с теоремой Максвелла о взаимности перемещений в упругих системах, достаточно приложить единичную силу в заданную точку и полученная поверхность прогибов будет совпадать с поверхностью влияния прогибов в заданной точке. Результаты расчета приведены на рис. 2 с увеличением в 1000 раз.

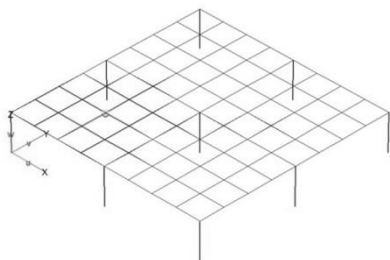


Рис. 1. Плита, опёртая на колонны

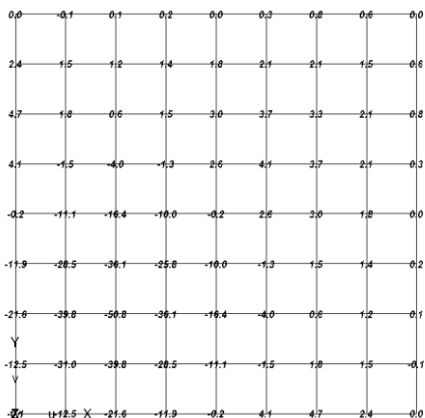


Рис. 2. Расчетная сетка, с нанесенными на нее результатами расчета (мм/кН)

С помощью построенной поверхности несложно определить наиболее невыгодное положение нагрузки. Например, нам задан аналог колесной нагрузки с базой, совпадающей с размерами расчетной сетки 2x2 м. Вес транспортного средства 40 кН. Тогда на каждое «колесо» приходится, соответственно, 10 кН.

Системой из 4 – х сосредоточенных сил по 10 кН загружаем нашу поверхность так, чтобы одна из сил попала в узел с максимальным значением прогиба, т.е. в заданную точку. Получим значение прогиба в заданной точке:

$$(39,8 + 31,0 + 39,8 + 50,8) \cdot \frac{10}{1000} = 1,61 \text{ мм}$$

По описанной выше методике можно построить поверхности влияния для всех интересующих величин (перемещения, изгибающие моменты, поперечные и продольные усилия) в различных сечениях пространственной модели (и не обязательно, что эти сечения принадлежат самой плоскости).

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ НЕСЪЕМНОЙ СТАЛЕФИБРОБЕТОННОЙ ОПАЛУБКИ И МОНОЛИТНОГО БЕТОНА ПРИ СЖАТИИ

Применение промышленных технологий возведения зданий и сооружений позволяет значительно сократить сроки строительства и, в то же время, повысить качество готовой продукции за счет ведения работ в заводских условиях. Сборно-монолитный метод строительства с использованием армоопалубочных блоков с несъемной сталефибробетонной опалубкой является тому подтверждением.

Применение армоопалубочных блоков с несъемной опалубкой показало свои положительные стороны в жилом, гидротехническом и атомном строительстве [1, 2]. Применение в качестве опалубки листов из сталефибробетона позволяет значительно облегчить сборные элементы, сократить стоимость материалов, повысить качество лицевой поверхности и обеспечить повышенную прочность листов при восприятии монтажных нагрузок и давления свежееположенной бетонной смеси.

Развитием данной технологии строительства в настоящее время активно занимаются специалисты АО «Институт «Оргэнергострой» при содействии НИУ МГСУ. Одним из основных вопросов является исследование совместной работы несъемной сталефибробетонной опалубки и монолитного бетона при восприятии эксплуатационных нагрузок [2]. Сталефибробетон имеет улучшенные характеристики по сравнению с традиционным бетоном и за счет этого обеспечивает восприятие сжимающих и растягивающих усилий. Решению приведенного вопроса и посвящено данное исследование.

После укладки монолитного бетона в армоопалубочный блок получают конструкцию, состоящую из традиционного железобетона с облицовкой из сталефибробетона. Однородность и целостность конструкции напрямую зависит от прочности холодного шва, образующегося между опалубкой и основным бетоном. Для испытания смоделировали фрагмент стены, работающей на центральное сжатие. Образец изготовили в виде призмы высотой 600 мм и сечением 150×150 мм с листами сталефибробетона с двух сторон.

На основании анализа литературных сведений и с позиции механики разрушения наиболее неблагоприятным фактором для совместной работы опалубки и монолитного бетона является различие модулей упругости, что приводит к возникновению значительных касательных напряжений на границе раздела сред. Поэтому в качестве бетона омоноличивают

вания приняли бетон класса В20 при приведенном классе стале-фибробетонной опалубки порядка В60. Общий вид исследуемого образца представлены на рис. 1.

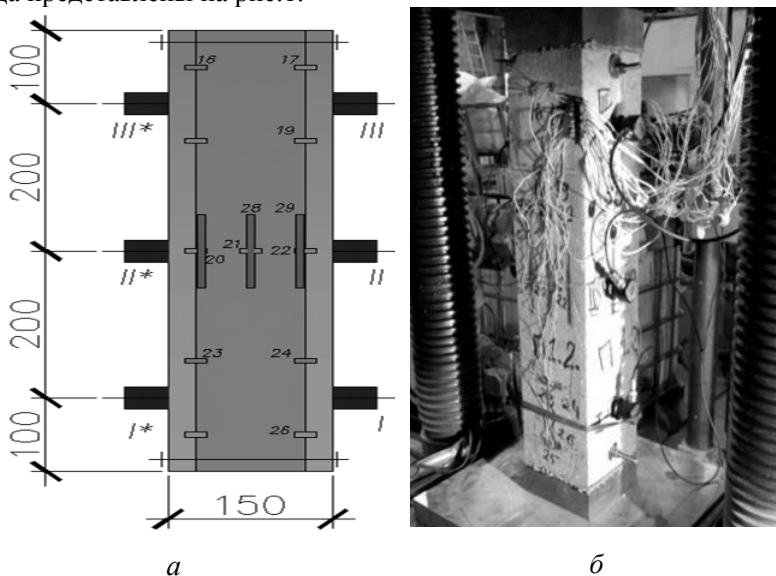


Рис. 1. Общий вид исследуемого образца

Руководствуясь предварительными испытаниями, в приопорных частях призмы установили металлические стяжки, имитирующие действительную работу армоопалубочного блока. Также они должны предотвратить потерю устойчивости листов опалубки в случае нарушения контактной зоны. Контроль целостности исследуемого образца осуществляли с использованием ультразвукового измерения по пяти трассам (I-I*...III-III*), пересекающим контактные поверхности по разным высотам, и с использованием тензорезисторов (1, 2...32).

Нагружение осуществляли по аналогии с ГОСТ 8829-94 пошагово, на 50 кН с выдержкой около 5 минут. Ожидаемую разрушающую нагрузку определили как предельную несущую способность сечения по нормативным значениям прочности. Ее значение составило 775 кН.

В процессе испытания на каждом этапе нагружения проводили съем данных по тензорезисторам и ультразвуковым преобразователям. Также выполняли визуальный контроль образования трещин.

При 500 кН нагрузки обнаружена первая вертикальная трещина по одной из граней образца, расположенная на контактной зоне. При этом образец продолжал обеспечивать восприятие нагрузки даже после выдержки. Дальнейшее нагружение привело к развитию выявленной тре-

щины и ее прорастанию из середины к опорным граням. При достижении контрольной нагрузки в 775 кН произвели выдержку 30 минут и продолжили поэтапное приложение нагрузки. В итоге разрушение образца произошло при 958 кН в результате разрушения сталефибробетона в ослабленном стяжкой приопорном сечении. Образовавшаяся трещина по диагонали проросла по всей высоте образца.

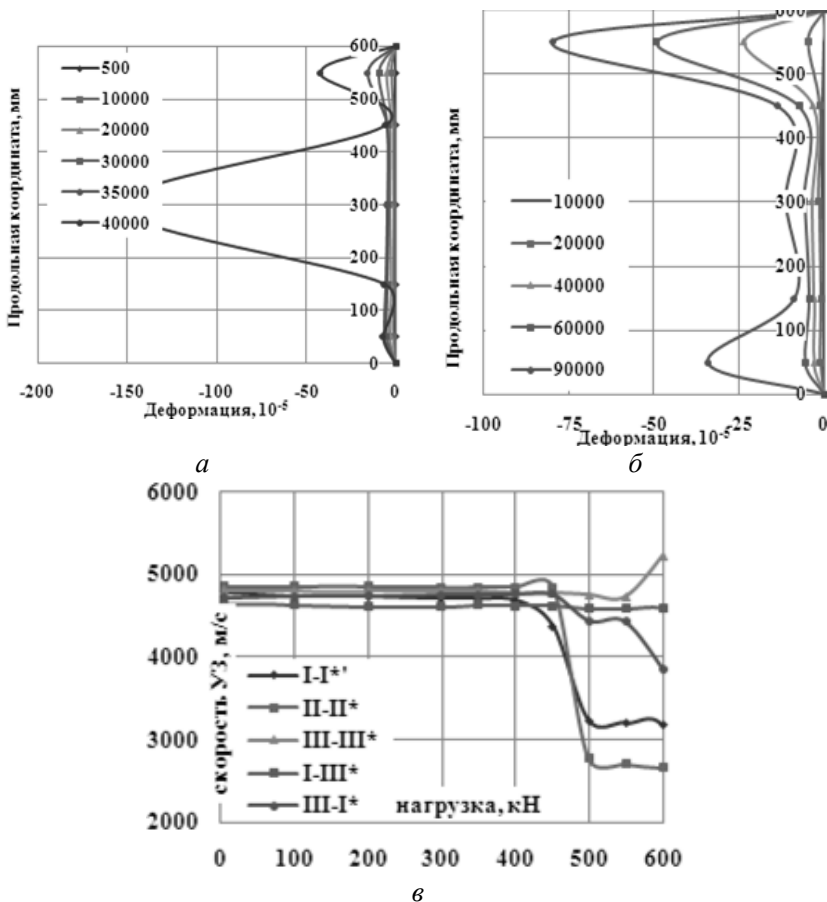


Рис. 2. а) зависимость деформаций от нагрузки по грани 1, б) зависимость деформаций от нагрузки по грани 2, в) зависимость скорости УЗ от нагрузки

Камеральная обработка данных по тензорезисторам и анализ скорости ультразвука выявили, что согласно тензометрии процесс отслоения опалубки начался при 400 кН нагрузки (рис.2, а).

При этом произошел скачок деформаций в середине высоты по одной из граней образца. На противоположной грани при том же значении нагружения происходит скачок деформаций в приопорных частях, однако визуально дефекты обнаружены не были (рис.2, б).

Согласно результатам определения скорости ультразвука отслоение произошло при нагрузке в 500 кН в середине сечения (трасса II-II*) и в приопорной части (трасса I-I*).

Характеризуется это резким снижением скорости прохождения ультразвукового импульса (рис. 2, в).

На основании проведенного исследования можно установить, что прочности «холодного шва» недостаточно при восприятии предельных нагрузок для данного типа конструкций.

В тоже время находящиеся в составе армоопалубочного блока стяжки, обеспечивающие соединение листов опалубки с металлокаркасом блока, обеспечивают предотвращение потери устойчивости сталефибробетонных панелей при предельном состоянии. Также шпильки препятствуют развитию разрушающих поперечных деформаций бетона, увеличивая его несущую способность (эффект стесненной работы), как показал эксперимент на 23%.

В процессе эксплуатации контроль однородности конструкции можно вести с использованием ультразвуковых методов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рабинович Ф.Н.* Композиты на основе дисперсноармированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. М. Издательство АСВ. 2011. С 642
2. *Капустин Д.Е.* Прочностные и деформационные характеристики несъемной сталефибробетонной опалубки как несущего элемента железобетонных конструкций. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. 2016 г. С.282

Студент 4 курса 9 группы ИСА Сардаров А.Н.,

студент 4 курса 9 группы ИСА Ким Ю.Ч.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, доц. В.В. Филатов

РАСЧЕТ БАЛОК НА ВИНКЛЕРОВСКОМ ОСНОВАНИИ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

Будем рассматривать балки постоянной жесткости, лежащие на упругом основании. В качестве основания примем модель Винклера. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки будет иметь вид [1]:

$$EIW^{IV}(x) = q(x) - \bar{k}W(x), \quad (1)$$

где $\bar{k} = k \cdot b$; b - ширина подошвы балки; k - коэффициент, характеризующий жесткость основания и называемый коэффициентом постели

$\left[\frac{H}{\text{см}^3} \right]$; E -модуль упругости балки; I -момент инерции поперечного сечения; $q(x)$ -внешняя нагрузка.

Дифференциальное уравнение четвертого порядка (1) можно представить в виде двух дифференциальных уравнений второго порядка:

$$\frac{d^2 M(x)}{dx^2} = -[q - \bar{k}W(x)]; \quad EI \frac{d^2 W}{dx^2} = -M. \quad (3)$$

В этом можно убедиться, поставив (3) в (2) мы получим (1)

Решение системы дифференциальных уравнений (2) и (3) будем искать с привлечением разностных уравнений метода конечных разностей (МКР). Прежде чем запишем разностные аналоги, приближенно заменяющие дифференциальные зависимости в расчетных точках, перейдем к безразмерным величинам по формулам [2]

$$\xi = \frac{x}{l}, w = \frac{WEI_0}{q_0 l^4}, m = \frac{M}{q_0 l^2}, p = \frac{p(x)}{q_0}, c = \frac{kbl^4}{EI_0};$$

где l -пролет; q_0 -фиксированное значение q ; m , $M(x)$, w , $W(x)$ – соответственно безразмерные и размерные значения изгибающего момента и прогиба балки.

Уравнения (2) и (3) в безразмерном виде будут выглядеть так:

$$\frac{d^2 m}{d\xi^2} = -(p - cw) \quad (4) \quad \frac{d^2 w}{d\xi^2} = -m \quad (5)$$

Обобщенное уравнение МКР [2], аппроксимирующее (4) запишем при следующих условиях: балка может быть загружена системой сосредоточенных сил $\Delta m_i \neq 0$; на одном или нескольких участках – равномерно распределённой нагрузкой $\Delta p \neq 0$; внешние сосредоточенные моменты отсутствуют $\Delta m = 0$; $EI = \text{const}$; жесткость основания – кусочно-

постоянная $\Delta c \neq 0$; ползуны и врезанные шарниры отсутствуют
 $\Delta W = \Delta W' = 0$.

$$m_{i-1} - 2m_i + h\Delta m'_{i+1} = -h^2(p''_i - c''_i w_i) + \frac{h^2}{2} \Delta(p - cw)_i \quad (6)$$

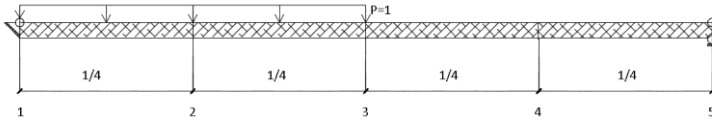
где

$$\Delta(p - cw)_i = (p'' - cw)_i - (p'' - cw)_{i-1} = p''_i - c''_i w_i - p''_{i-1} + c''_{i-1} w_{i-1} = \Delta p_i - w_i \Delta c_i$$

Обобщенное разностное уравнение МКР аппроксимирующее (5) при указанных выше условиях:

$$w_{i-1} + 2w_i + w_{i+1} = -h^2 m_i \quad (8).$$

Рассмотрим пример.



Рассмотрим расчет шарнирно опертой балки на основании кусочно-постоянной жесткости.

Исходные данные $c''_1 = c''_2 = c''_3 = c''_4 = 100$; $c''_5 = c''_6 = c''_7 = c''_8 = 50$;
 $\Delta p_3 = p''_3 - p''_2 = 1 - 0 = 1$; Краевые условия: $m_1 = w_1 = m_5 = w_5 = 0$.

Запишем уравнения (6) и (8) для следующих точек;

точка 2: $-2m_2 + m_3 = -0.0625(1 - 100w_2)$; $-2w_2 + w_3 = -0.0625m_2$;

точка 3

$$m_2 - 2m_3 + m_4 = -0,0625(1 - 100w_3) + 0,03125(1 - 50w_3);$$

$$w_2 - 2w_3 + w_4 = -0.0625m_3;$$

точка 4: $m_3 - 2m_4 = -0,0625(0 - 50w_4)$; $w_3 - 2w_4 = -0.0625m_4$.

Получим систему из шести алгебраических уравнений, решение которой позволит определить искомые значения изгибающих моментов и прогибов в расчетных точках X.

$$m_2 = 0.0386, \quad m_3 = 0.0344, \quad m_4 = 0.0171, \quad w_2 = 0.00315, \quad w_3 = 0.00389, \\ w_4 = 0.00248$$

БИБЛЕОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Г.С. Вардамян, В.И. Андреев, Н.М. Атаров, А.А. Горшков. М. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. АСВ 1995г. 568 стр.
2. Габбасов Р.Ф., Габбасов А.Р., Филатов. В.В. Численное построение разрывных задач строительной механики. М. АСВ 2008г. 280стр.

ДЕФОРМАЦИИ КОМПОЗИТНОГО БРУСА

В последние годы было разработано большое количество новых материалов для самых разных нужд современной промышленности. Одним из продуктов этого развития стали композитные материалы.

Композит – это материал, у которого материальные модули являются разрывными функциями координат. Большинство элементов строительных конструкций нуждается в расчёте на деформируемость. Необходимо определить возникающие в них перемещения и напряжения. Главной сложностью при расчёте композиционного элемента становится его неоднородность – модуль Юнга непостоянен по сечению или по длине элемента.

Для простейшего расчёта композитного бруса введём эквивалентный ему брус с таким модулем упругости, что при равных приложенных усилиях брусья будут деформироваться одинаково. Следующая формула для вычисления эффективного модуля Юнга при растяжении и сжатии вдоль слоёв выведена в предположении, что оба слоя испытывают одинаковые деформации.

$$E_{эф} = E_1 * \frac{S_1}{S} + E_2 * \frac{S_2}{S}$$

Здесь S_1, S_2, E_1, E_2 - модули упругости и площади в поперечном сечении соответствующих компонент бруса. S – площадь поперечного сечения.

Полученная формула даёт приемлемый результат для вычисления удлинения бруса, но не применима в задачах изгиба и кручения.

Рассмотрим теорию, построенную на основе гипотезы плоских сечений [2]. Искомыми являются три функции перемещений одной переменной – координаты точек оси бруса, на которой находятся центры масс его поперечных сечений.

Рассмотрим стержень длины L , находящийся в равновесии под действием внешних поверхностных и объёмных нагрузок. Ось X системы координат направлена параллельно оси бруса, а оси Y и Z расположены в плоскости поперечного сечения.

Стержень целиком, как и любая его часть находится в равновесии, поэтому из условий равновесия части стержня от 0 до некоторого значения x получаем: [1]

$$\vec{Q} = - \int_0^x \vec{q}(l) dl \quad \vec{M} = - \int_0^x \vec{m}(l) dl + \int_0^x (x-l) \vec{x} \times \vec{q}(l) dl$$

Дифференцируя эти уравнения, мы приходим к соотношениям Журавского между внутренними силовыми факторами и внешними нагрузками [3].

$$Q_y' = -q_y; \quad Q_z' = -q_z; \quad T' = -q_x; \quad M_y' = -m_y + Q_z; \quad M_z' = -m_z + Q_y;$$

Эти пять зависимостей можно свести к трём следующим:

$$T' = -q_x; \quad M_y'' = -m_y' - q_z; \quad M_z'' = -m_z' + q_y$$

Наша дальнейшая задача состоит в том, чтобы получить уравнения для функций w_i и выразить все искомые величины (внутренние силовые факторы, деформации и напряжения в сечениях).

Параметры сопротивления стержня в решаемых задачах примут следующий вид:

$$B_y(x) = \int_F zE(x, y, z)dF \quad A(x) = \int_F E(x, y, z)dF$$

$$B_z(x) = \int_F yE(x, y, z)dF \quad D_y(x) = \int_F E(x, y, z)z^2dF$$

$$D_z(x) = \int_F E(x, y, z)y^2dF \quad D_{yz}(x) = D_{zy}(x) = \int_F zyE(x, y, z)dF$$

Здесь A – продольная жёсткость стержня, B – коэффициенты жёсткостей взаимного влияния, D – изгибная жёсткость стержня.

Объединяя эти зависимости с соотношениями Журавского, мы получаем следующую систему дифференциальных уравнений: [1]

$$\begin{aligned} (Aw_x' - B_y w_z'' - B_z w_y'')' &= -q_x \\ (B_y w_x' - D_y w_z'' - D_{zy} w_y'')'' &= -p_y \\ (B_z w_x'' - D_z w_z'' - D_{yz} w_y'')'' &= -p_z \\ p_y &= m_y' + q_z \quad p_z = -m' - q_y \end{aligned}$$

В нашем исследовании мы решаем три модельные задачи о растяжении композитного бруса: растяжение вдоль оси бруса; растяжение вдоль оси бруса, изгибе поперечной силой, перпендикулярной плоскости раздела слоёв и слой, параллельной плоскости раздела слоёв.

На данный момент мы занимаемся решением этой системы уравнений. Видно, что третье уравнение можно решить отдельно от остальной системы, что и было сделано в программном комплексе MatLab. Параллельно эта задача моделировалась с помощью программного комплекса ANSYS. Графики решений для изгиба поперечной силой в 10^6 Н вдоль слоёв приведены на рис.1. Размер бруса 0,3 x 0,3 x 3 метра. Слои разделены в пропорции 2 к 1. Нижний слой первый по счету и тонкий. Его модуль Юнга равен 10 000 МПа. Верхний слой толстый и второй по счету. Его модуль Юнга равен 1000 МПа.

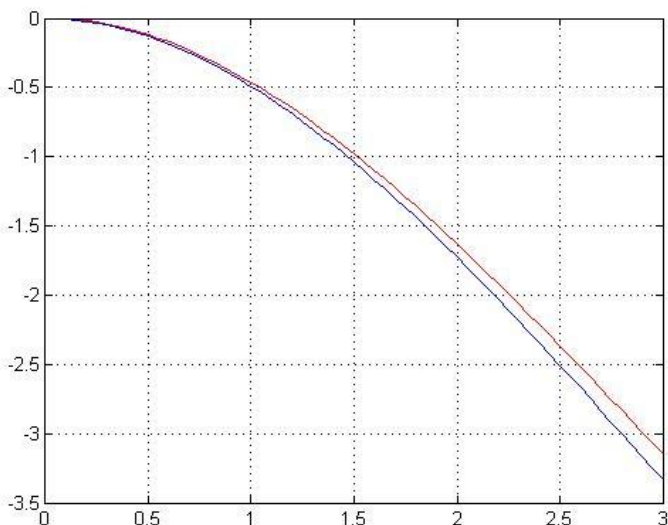


Рис. 1. Графики решений для изгиба поперечной силой в 10^6 Н вдоль слоёв

Верхний график – результат решения задачи методом конечных элементов, нижний – с помощью программного комплекса MatLab. Видно, что между решениями есть расхождения примерно в 6%. А значит это значит, что имеет смысл провести оценку точности данной теории и на других задачах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В.И. Горбачёв* Инженерная теория неоднородных стержней и пластин из композиционных материалов
2. *Вардамян Г.С., Андреев В.И. Атаров Н.М. Горшков А.А.* Сопротивление материалов с основами теории упругости пластичности. М. Издательство АСВ 1995 568 с. илл.
3. *Илюшин А.А. Ленский В.С.* Сопротивление материалов. Государственное издательство физико-математической литературы. 371 с илл. 1959
4. *Лазарев Ю. Ф.* Начала программирования в среде MatLAB: Учебное пособие. - К.: НТУУ "КПИ", 2003. - 424 с.

Студент 6 курса 1 группы ИСА Синеев А.А.

Научный руководитель – заведующий ЭДИЛСК, канд. техн. наук,
А.Н. Шувалов

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Основные задачи:

- обоснование несущей способности образцов железобетонных конструкций при испытаниях на статические и динамические нагрузки;
- обоснование несущей способности образцов железобетонных конструкций, усиленных углеродными лентами, жгутами и углеродными двунаправленными тканями, углеродными сетками на ремонтном составе, углеродными ламинатами при испытаниях на динамические нагрузки.

Для проведения экспериментальных исследований системы внешнего армирования при действии многоцикловых динамических нагрузок для железобетонных элементов, были предоставлены образцы железобетонных элементов в количестве 10 шт.

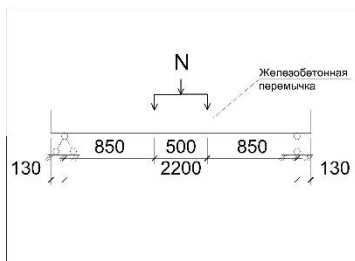


Рис. 1. Схема испытания

Для испытаний приняты сборные железобетонные перемычки 5ПБ 25-27. В качестве верхней арматуры принято 2Ø6 ВР-500, в качестве нижней арматуры 2Ø14 А400. Поперечная арматура: на приопорных участках длиной 600 мм - 2Ø4/100 ВР-500, в средней части - 2Ø4/200 ВР-500. Класс бетона по серии – В15.

Испытания на изгиб проводились как показано на рис. 1. Нагрузка на образцы возрастала непрерывно с постоянной скоростью до разрушения. За разрушающее усилие принималось максимальное значение усилия, достигнутое в процессе испытания.

При динамических испытаниях железобетонных элементов регистрировались следующие параметры:

- уровень нагрузки, соответствующий расчетной несущей способности образцов;
- количество циклов нагружения;
- прогиб образца на каждом цикле нагружения.

Теоретический расчет несущей способности железобетонных элементов при действии изгибающего момента с учетом динамической нагрузки. Аналитический расчет ведем согласно требованиям СП 52-101-2003. Расчетные характеристики арматуры и бетона определены: $R_{b0} = 8,5$ МПа; $R_{s0} = 355$ МПа

Максимальный изгибающий момент возникает на расстоянии $0,38L$ (980 мм) от опоры. Толщина защитного слоя бетона $a = 2,2$ см. Предельное значение относительной высоты сжатой зоны в соответствии с п. 6.2.7. [1]:

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0,8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b,ult}}} = \frac{0,8}{1 + \frac{0,00169}{0,0035}} = 0,539$$

где $\varepsilon_{s,el}$ – относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных R_s :

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s} = \frac{355}{2,1 * 10^5} = 0,00169$$

$\varepsilon_{b,ult}$ – относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных R_b , принимаемая равной 0,0035.

Высота сжатой зоны бетона определяем по формуле [8] без учета сжатой арматуры ($A'_s = 0$):

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b} = \frac{35,5 * 2,26}{0,85 * 25} = 3,78 < 2a = 2 * 2,2 = 4,4$$

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{3,78}{19,8} = 0,19 < \xi_R$$

$$h_0 = h - a = 22 - 2,2 = 19,8 \text{ см}$$

Для изгибаемых элементов прямоугольного сечения с симметричным армированием при выполнении $\xi \leq \xi_R$ предельный изгибающий момент определяется по формуле:

$$M_{ult} = R_s A_s (h_0 - a')$$

Если вычисленная без учета сжатой арматуры ($A'_s = 0$) высота сжатой зоны $x < 2a$, в формулу подставляют вместо a значение $0,5x$:

$$M_{ult} = 35,5 * 3,08 * (19,8 - 0,5 * 3,78) = 1958,28 \text{ кН * см}$$

Соответствующее этому изгибающему моменту расчетное усилие:

$$P = \frac{M_{ult}}{l} = \frac{1958,28}{85} = 23,04 \text{ кН}$$

$$N = 2P = 46,08 \text{ кН}$$

где l - длина плеча, равная 850 мм, на котором возникает максимальный изгибающий момент.

После теоретического расчета были проведены испытания, результаты которых представлены на рис. 2.

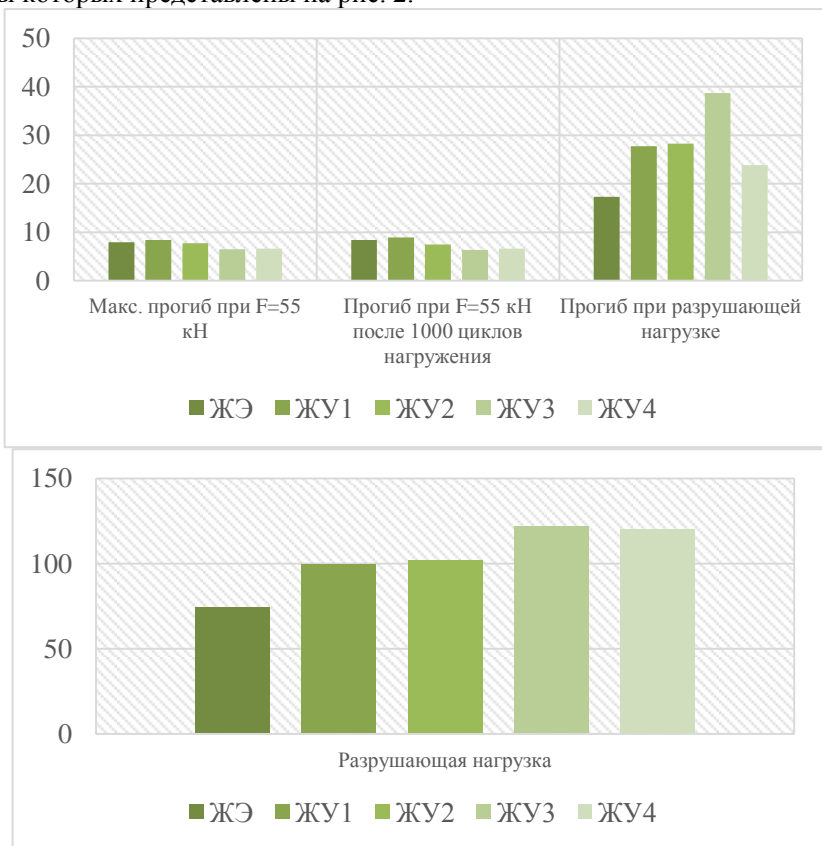


Рис. 2. Гистограммы зависимостей прогиба от наличия и типа усиления и разрушающей нагрузки от наличия и типа армирования

Где как ЖЭ обозначены эталонные образцы (без усиления), а как ЖУ обозначены усиленные образцы (цифрой показывается тип усиления). Как мы видим, наличие системы внешнего армирования не влияет на прогибы образца при нагрузке, меньшей чем расчетная. Однако увеличивается несущая способность усиленных образцов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры», М., 2013.

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРНОГО ЗДАНИЯ АЭС

Сокращение сроков сооружения блоков АЭС является одной из важнейших проблем для атомной отрасли РФ [1, 3]. Возведение здания реактора при строительстве АЭС лежит на критическом пути строительства и пуска всей АЭС, определяет общий график строительства АЭС, следовательно определяет общую продолжительность строительства.

Основной причиной удлинения срока строительства является процесс набора прочности бетона. Наличие двух железобетонных оболочек значительно увеличивает время возведения АЭС, т. к. для бетонирования очередного слоя бетона необходимо дожидаться набора проектной прочности предыдущего, а также усадки и пластической деформации для натяжения канатов преднапряжения.

Главным требованием, ограничивающим высоту яруса бетонирования, является ограничение давления свежесуложенной бетонной смеси 1,5 метрами на каналы преднапряжения. По причине густого армирования существует проблема качественного виброуплотнения смеси без нарушения положения каналобразователей и датчиков давления, расслоения бетонной смеси и пр. Для решения поставленной задачи специалистами АО «Институт «Оргэнергострой» была разработана и запатентована технология непрерывной укладки монолитного бетона на высоту 4 метра, при этом максимальное давление смеси не превосходило допустимого значения в 40 кПа [2]. Для подтверждения разработанной методики работ было запланировано и проведено экспериментальное бетонирование опытного фрагмента. При этом на строительной площадке смоделировали участок конструкции ВЗО, в котором установили элементы горизонтальных и вертикальных каналобразователей. Бетонную смесь подавали при помощи бетонолитных труб для избежания расслоения бетонной смеси (рис.1). Для контроля давления бетонной смеси в опалубке, были выполнены отверстия с шагом 250мм для прямого определения гидростатического давления с помощью датчика давления фирмы "Дока"(рис.3). В ходе эксперимента было определено время схватывания бетонной смеси в первых уложенных слоях, которое составляет примерно 5-8 часов, в зависимости от условий твердения, а это значит, что их можно исключить из расчета гидростатического давления на элементы облицовки. Как было выяснено в ходе эксперимента, при темпе укладки бетонной самоуплотняющейся смеси 50 м³/час, с помощью бетонолитной трубы, нижние слои бетона можно исключать

из гидростатического расчета через 5-6 часов, согласно показаний датчика давления, т.е. свежее уложенная смесь над схватившимися слоями не превышает 1...1.5м. Во время бетонирования конструкции ВЗО осуществляется постоянный контроль за схватываемостью бетона, через устраиваемые контрольные окошки в опалубке (шаг 500мм) (рис.2). Бетонную смесь укладывали в опалубку горизонтальными слоями без технологических разрывов с направлением укладки в одну сторону во всех слоях. Каждый следующий слой бетонной смеси необходимо укладывать до начала схватывания бетона в предыдущем уложенном слое. Если перерыв в бетонировании превышает время начала схватывания бетона в уложенном слое, необходимо устроить рабочий шов.

Для контроля за процессом потери подвижности бетонной смеси, в опалубке выполнялись смотровые лючки (отверстия D50мм с шагом 500мм по вертикали, нижнее отверстие располагается на 600 мм выше низа опалубки). Все лючки на период подачи бетонной смеси должны быть надёжно закрыты, через 8 часов после начала бетонирования открыть нижний смотровой лючок, при подтверждении контрольным щупом потери подвижности бетонной смеси, разрешается продолжать бетонирование при темпе бетонирования 50м³/час. В том случае, если смесь не потеряла подвижность, разрешается продолжать бетонирование при темпе бетонирования 25м³/час; далее контроль за потерей подвижности бетонной смеси через вышележащие смотровые лючки осуществлять через каждые 2 часа, открывая следующий лючок по высоте.



Рис.1. Моделирование части стены ВЗО



Рис.2. Контрольные окошки в опалубке для определения схватывания смеси нижних слоев



Рис. 3. Датчик давления в опалубке

Выполненное экспериментальное бетонирование фрагмента подтвердило состоятельность предложенной методики укладки монолитного самоуплотняющегося бетона на высоту в 4 метра без образования «холодных швов» и без превышения допустимого значения давления бетонной смеси на конструкцию опалубки и каналообразователей. В результате при строительстве Белорусской АЭС под руководством специалистов АО «Институт «Оргэнергострой», данная технология была

успешно применена при бетонировании ВЗО самоуплотняющейся бетонной смесью. С наружной стороны ВЗО применялась односторонняя круговая подъемно-переставная опалубка фирмы «PERI», допустимое давление свежей бетонной смеси для опалубки «PERI» в данном случае составляло - 60 кН/м². Для производства работ при бетонировании ВЗО реакторного здания Белорусской АЭС, применяется высокопрочный тяжелый бетон, изготовленный из самоуплотняющейся бетонной смеси класса прочности на сжатие В60, т.к. она не требует вибрирования и уплотнения при укладке, способна растекаться под действием силы тяжести, полностью заполняя даже густоармированные участки.

Использование данной технологии имеет следующие положительные факторы:

минимальное количество горизонтальных рабочих швов – по количеству перестановок опалубки, соответственно уменьшение трудозатрат по подготовке горизонтальных рабочих швов перед последующим бетонированием, также в 3 раза;

исключение трудозатрат на вибрирование бетонной смеси;

сведение к минимуму образования в бетоне ВЗО во время бетонирования, каверн, раковин, пустот, при недостаточном вибрировании;

выполненные по данной технологии конструкции ВЗО и НЗО, после снятия опалубки подтвердили все проектные требования, обладают высококачественной поверхностью полученных железобетонных конструкций, что позволит значительно сократить время на отделочные работы. К недостаткам можно отнести повышенные требования к качеству установки опалубочной системы, а также повышенные требования к изготовлению собственно самой самоуплотняющейся смеси. Данные незначительные издержки с большим запасом компенсируются указанной выше экономией трудозатрат при производстве подготовительных, опалубочных и бетонных работ и соответственно денежных средств, а также ускоряют выполнение данных работ в 3 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю.М., Чернышов Е.М., Коротких Д.Н. Конструирование структур современных бетонов: определяющие принципы и технологические платформы. Строительные материалы. М. -2014. №3. с. 6-14
2. Коротких Д.Н., Кокосадзе А.Э., Кулинич Ю.И., Паникин Д.А. Технология бетонирования внутренней защитной оболочки реакторного здания Белорусской АЭС. Строительные материалы. М. -2016 с. 10-15
3. Капустин Д.Е. Прочностные и деформационные характеристики несъемной сталефибробетонной опалубки как несущего элемента железобетонных конструкций. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. 2016 г. С.28

Студентка магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА Фаизова А.Т.
Студент 6 курса 1 группы ИСА Медянкин М.Д.
Научный руководитель - проф., канд. техн. наук, проф. Ю.С. Кунин

СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ БОЛТОВ ФИРМЫ HILTI

Цель данной работы – получение экспериментальных данных о несущей способности и сейсмостойкости анкерных креплений.

Испытания проводились в соответствии с методикой испытаний ЕТАГ 001 «Европейская директива в отношении технической сертификации металлических анкеров для использования в бетоне» [1] для болтов с подрезкой иностранного производства.

Область применения – использование полученных результатов при разработке нормативного документа на проектирование анкерного крепления технологического оборудования сейсмостойких АЭС. Так же были получены данные о несущей способности креплений анкеров, расположенных в непосредственной близости от края блока.

На данном этапе работ проведено статическое выдергивание анкера из блока без трещины, статическое выдергивание из блока с трещиной (ширина раскрытия трещины 1,5 мм) и выдергивание анкера из блоков с трещинами (ширина раскрытия трещины 1,5 мм) при динамическом нагружении, моделирующем сейсмическое воздействие. Для анкеров, устанавливаемых в готовый бетон: анкер устанавливался в пробуренное отверстие в волосной трещине и затягивался до контрольного момента; после чего трещина раскрывалась до 1,5 мм.

Динамическое воздействие, моделирующее сейсмическое воздействие:

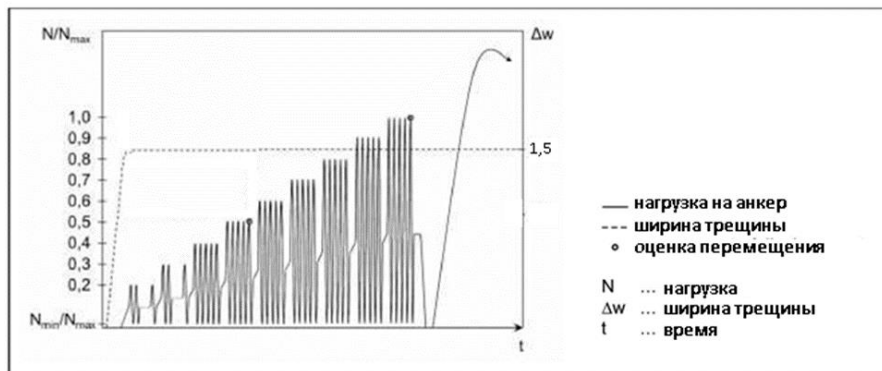


Рис.1. Характер динамической растягивающей нагрузки.

При испытании анкерного крепления диаметром 12 мм на выдергивание из бетонных блоков наблюдалось разрушение болта, при этом разрушающие нагрузки были не менее указанных в технической документации производителя (при соблюдении инструкций по установке анкера).

Тип	Маркировка	Диаметр болта d , мм Площадь поперечного сечения A , см ²	Глубина заделки болтов H_0 , мм	$\frac{H_0}{d}$	Средняя разрушающая нагрузка для серии из 5-ти образцов R_{pr} , кН	Характер разрушения	Напряжение в стали при разрушении, МПа	Прочность стали R_s , МПа	Класс бетона
Hilti	N4.125.12-с	12 0,843	125	10,42	76,44	По стали	906,76	850-900	В30
	N4.125.12-ст(1,5)				74,28	По стали	881,14		
	N4.125.12-дт(1,5)				72,7	По стали	862,40		

Рис. 2. Результаты испытаний на статическое выдергивание:

С – статическое выдергивание из блока без трещины.

Ст – статическое выдергивание из блока с трещиной (ширина раскрытия трещины 1,5 мм).

Дт – выдергивание в блоках с трещинами (ширина раскрытия трещины 1,5 мм) при динамическом нагружении, моделирующем сейсмическое воздействие.

Разрушающая нагрузка для анкерных болтов фирмы Hilti Ø12, указанная в технической документации, составляет 23,3 кН. Отметим, что при статическом выдергивании из блоков с трещиной шириной 1,5 мм значение средней разрушающей нагрузки для серии из пяти образцов снижается на 2,83% относительно значений средней разрушающей нагрузки у блоков без трещин, а при испытании на динамическую нагрузку данная величина уменьшается на 4,89%.

При испытании анкерных болтов Hilti Ø16 и Ø20 на статическое выдергивание из блоков с трещинами и без наблюдался тот же характер разрушения образцов (по стали) при достижении напряжений в стали при разрушении в диапазоне 850-900 Мпа. Однако для болтов Ø20 и глубиной заделки $H=250$ мм в двух испытаниях на статику после динамического нагружения имело место разрушение по бетону класса В30. При этом среднее предельное усилие составило $\bar{N}_{пр} = 209,7$ кН. В испытаниях на блоках из бетона класса В40 в аналогичных условиях разрушение, как и следовало ожидать, происходило по стали при среднем усилии $\bar{N}_{пр} = 218,0$ кН. (Разрушающая нагрузка для анкерных болтов фирмы Hilti Ø20, указанная в технической документации, составляет 63,3 кН)

Было проведено исследование несущей способности анкерных креплений в зависимости от расстояния до края блока (рис. 3).

Тип	Маркировка	Диаметр болта d, мм Площадь поперечного сечения A, см ²	Диаметр гильзы d _г , мм	Глубина анкеровки H _г , мм	$\frac{H_0}{d}$	Расстояние от оси анкера до границ блока b, мм	$\frac{b}{d}$	$\frac{b}{d_g}$	Средняя разрушающая нагрузка для серии из 3-х образцов R _{ср} , кН	Характер разрушения	Напря- жение в стали при разруше- нии, МПа	Прочно- сть стали R, МПа	Класс бето- на
4 (Hilti)	Nk4.210/125.12-c	0,843	21	125	10,42	210	17,5	10,0	76,0	По стали	901,52	850-900	B30
	Nk4.168/125.12-c					168	14,0	8,0	76,2	По стали	907,07		
	Nk4.84/125.12-c					84	7,0	4,0	75,9	По стали	900,42		
	Nk4.42/125.12-c					42	3,5	2,0	60,6	По бетону	719,71		
	Nk4.290/190.16-c	1,57	29	190	11,88	290	18,1	10,0	140,6	По стали	895,54		
	Nk4.174/190.16-c					174	10,9	6,0	141,3	По стали	899,97		
	Nk4.116/190.16-c					116	7,9	4,0	140,2	По стали	892,97		
	Nk4.58/190.16-c					58	3,6	2,0	121,2	По бетону	772,03		
	Nk4.350/250.20-c	2,45	35	250	12,50	350	17,5	10,0	221,6	По стали	904,49		
	Nk4.280/250.20-c					280	14,0	8,0	221,4	По стали	903,67		
	Nk4.140/250.20-c					140	7,0	4,0	222,5	По стали	908,16		
	Nk4.70/250.20-c					70	3,5	2,0	130,4	По бетону	532,24		

Рис. 3. Результаты испытаний анкеров на статическое выдергивание при различном расстоянии от оси анкеро до края бетонного блока.

В результате испытаний было установлено, что для исследованных анкерных болтов минимальное расстояние от оси анкера до края блока (класс бетона B30) должно быть не менее 4-х диаметров гильзы анкерного устройства. Однако даже при расположении оси анкера на расстоянии 2 диаметра гильзы от края блока (класс бетона B30) разрушающая нагрузка превышает максимально допустимую установленную производителем нагрузку более чем в 2 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ETAG 001 „METAL ANCHORS FOR USE IN CONCRETE“.
2. *Корпорация Hilti*. HILTI Руководство по анкерному крепежу выпуск 2013.

ПОДБОР ФОРМЫ ТРОСА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ ВИСЯЧЕГО МОСТА

Висячие мосты – это мосты, в которых вся основная нагрузка приходится на гибкие элементы (канат, тросы, цепи), работающие на растяжение, на которые подвешена проезжая часть. Прототипы висячих мостов использовались на всех этапах жизни человечества, так как они очень удобны в эксплуатации. Сейчас они являются еще и предметом эстетического удовольствия.



Рис. 1. Висячий мост

Рассмотрим конструкцию таких мостов. Опорами служат тонкие высокие пилоны, основными несущими конструкциями являются кабель или шарнирно-стержневая цепь. Балки или фермы жесткости поддерживают саму проезжую часть. Интерес представляют основные тросы (ванты).

Горизонтальность «проезжей части» моста обеспечивается равенством усилий во всех тросах, соединяющих ее с вантом. Вант под действием передающихся через эти тросы усилий образует ломаную линию. Точное решение задачи об усилиях в ванте и его форме приводит к системе уравнений, число которых зависит от числа тросов, которые поддерживают мост.

Однако при предварительной оценке усилий в стадии проектирования можно воспользоваться моделью, предполагающей непрерывное распределение усилий от веса моста по длине ванта, что приводит к его провисанию в форме некоей кривой, вид которой, а также возникающие в нем усилия исследуются в данной работе.

Пусть на элемент ванта dS действует сила γdx . (Рис.2). Векторы T – силы натяжения ванты в различных точках. Согласно уравнениям равновесия гибкой нерастяжимой нити [1]:

$$d\left(T \frac{dx}{dS}\right) = 0 \rightarrow T \frac{dx}{dS} = T_0 = const \rightarrow T = \frac{T_0 dS}{dx} \quad (1)$$

$$d\left(T \frac{dy}{dS}\right) = \gamma dx \quad (2)$$

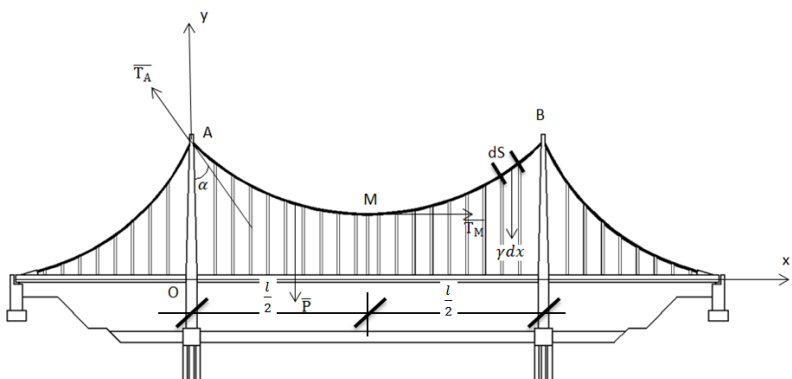


Рис. 2

Таким образом, подставляя уравнение (1) в уравнение (2) и делая некоторые преобразования, получаем:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\gamma}{T_0} \quad (3)$$

Сделаем замену констант:

$$\frac{T_0}{\gamma} = a \quad (4)$$

Подставим (4) в (3) и проинтегрируем получившееся уравнение:

$$y = \frac{x^2}{2a} + C_1x + C_2.$$

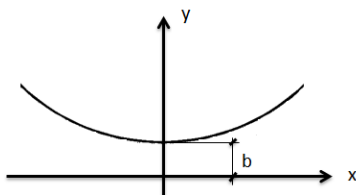


Рис. 3

Введя систему координат, как показано на рис. 3, получим

$$C_1 = 0 \quad C_2 = b$$

Таким образом, форма ванта под равномерной нагрузкой веса моста представляет собой параболу:

$$y = \frac{x^2}{2a} + b$$

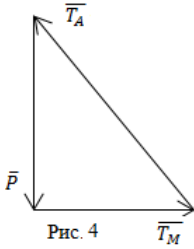


Рис. 4

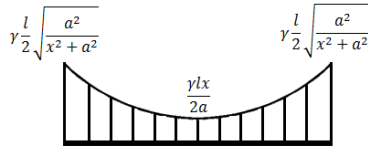


Рис. 4. Эпюра силы натяжения в ванте

Исследуем усилия, возникающие в характерных точках ванты: точки A соединены ванты с пилоном и точки M нааибольшенго провиса. Для их расчета возьмем половину моста (рис. 2). Силы T_A , T_M и P составляют равновесную систему.

$$P = \gamma \frac{l}{2}; \overline{T_A} + \overline{T_M} + \overline{P} = 0$$

$$tg\alpha = y' = \frac{x}{a}; \cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2\alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{x^2}{a^2}}} = \frac{a}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$T_A = \frac{P}{\cos\alpha} = \gamma \frac{l}{2} \sqrt{x^2 + a^2}$$

$$T_M = P tg\alpha = \frac{\gamma l x}{2a}$$

Также, существует зависимость между величиной прогиба b и величиной натяжения троса T в различных его точках.

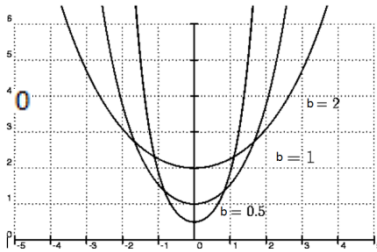


Рис. 5. Зависимость между величиной прогиба b и величиной натяжения троса T в различных его точках

При изменении b изменяется угол α . Чем больше b , тем меньше α , а значит, меньше $tg\alpha$ и больше $\cos\alpha$. То есть, с увеличением b на концах ванты напряжения уменьшаются, а в центре – увеличиваются. Вантовые мосты очень удобны в использовании, так как их возведение относительно простое, затраты материалов минимальны.

РАСЧЕТ СИСТЕМ ВИБРОЗАЩИТЫ В ТОМ ЧИСЛЕ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

В настоящее время при расчете систем виброзащиты используются два основных метода. Традиционным методом при практических расчетах, а так же в программах и нормативных документах, является хорошо изученный классический вариант метода представления решений по форме собственных колебаний, что позволяет преобразовать системы связанных уравнений к системам несвязанных (уравнений типа с одной степенью свободы), получить аналитическое решение для широкого класса нагрузок. Метод эффективен при расчете систем с большим числом степеней свободы. На его основе так же может быть построен алгоритм расчета нелинейных систем с различными видами нелинейности. Этот метод наиболее широко используется при сейсмических расчетах и является основой «спектрального» метода, который включен в нормативные документы для определения сейсмических сил большинства стран.

Так же в настоящее время успешно используется при расчете систем с конечным числом степеней свободы метод, основанный на связи передаточных и импульсных переходных функций линейных динамических систем, разработанный в работах Солодовникова В. В. Применительно к расчету систем с конечным числом степеней свободы (виброзащитных систем), этот метод был развит в работах Чернова Ю. Т. Метод удобен при расчете систем с относительно небольшим числом степеней свободы, успешно применяется в случаях, когда метод «собственных форм» не может быть применен, например при расчете протяженных фундаментных плит с присоединенными массами (виброоборудованием) на грунте. Полученные с помощью этого метода решения виброзащитных систем так же по существу представлены в виде разложения по формам собственных колебаний, однако схема построения решений и их запись заметно отличаются от полученных с помощью первого метода. К преимуществам второго метода можно отнести существенно более простой алгоритм расчета, поскольку не требуется построение и нормирование собственных форм, так же уравнения движения в обобщенных координатах не нужно сводить к уравнению движения в главных координатах и, соответственно, не требуется обратный переход к обобщенным координатам. Общий алгоритм расчета может быть использован и при расчете систем со многими степенями свободы, и при различных типах внешней нагрузки.

Проиллюстрируем схемы получения решений обоими методами на примере расчета вертикальных гармонических колебаний системы с двумя степенями свободы. В качестве исходных данных используем характеристики инерционного грохота ГИСТ-72:

$$m_1 = 12\text{т}, m_2 = 7\text{т}, k_1 = 2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, k_2 = 1,4 \cdot 2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кН}}{\text{м}},$$

$$\text{частота возмущающей силы } \omega = 83,32 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

$$\text{амплитуда возмущающей силы } Q_1 = 4,2 \cdot 10^2 \text{кН}.$$

Запишем уравнения движения включающие внешние силы, действующие на массы, в форме метода перемещений.

$$m_1 \ddot{z}_1 + k_1(z_1 - z_2) = q_1(t) \quad (1)$$

$$m_2 \ddot{z}_2 + k_1(z_1 - z_2) + k_2 z_2 = q_2(t)$$

где z_1 и z_2 - вертикальные перемещения масс соответственно, а q_1 и q_2 - силы, вызывающие перемещения масс. Запишем систему в матричном виде:

$$M\ddot{\vec{z}} + K\vec{z} = q(t) \quad (2)$$

Полагаем, что нагрузка $\vec{q}(t)$ равна нулю, а $\vec{z}_r = \vec{Z}_r \sin p_r t$, где p_r - частоты собственных колебаний, а \vec{Z}_r - векторы собственных значений. Подставив эти зависимости в (1) или (2) запишем в матричном виде уравнение форм:

$$(K - p_r^2 M)\vec{Z}_r = 0 \quad (3)$$

Приравнявая определитель матрицы (3) нулю, запишем квадратное уравнение для определения частот собственных колебаний системы.

$$m_1 m_2 p_r^4 - [m_1(k_1 - k_2) + m_2 k_1] p_r^2 + k_1(k_1 + k_2) - k_1^2 = 0$$

$$0,84 p_r^4 - 270(1,2 + 1,68 + 0,7) p_r^2 + 1,4 \cdot 2,7^2 \cdot 10^4 = 0$$

$$p_1^2 = 117,6 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}}\right)^2; p_1 = 10,84 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; n_1 = 1,73 \text{ Гц},$$

$$p_2^2 = 1033,1 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}}\right)^2; p_2 = 32,14 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; n_2 = 5,1 \text{ Гц}.$$

Для вычисления нормирующих множителей воспользуемся формулой:

$$N_r = [m_1 k_1^2 + m_2 (k_1 - p_r^2 m_1)^2]^{\frac{1}{2}}, (r = 1, 2) \quad (4)$$

$$\text{Получим: } N_1 = 1,064 \cdot k_1 \sqrt{m_1}, \quad N_2 = 2,78 \cdot k_1 \sqrt{m_1}$$

Полагаем $\vec{z} = \Phi \vec{a}$, где $\Phi = \begin{vmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{vmatrix}$ - матрица собственных нормированных векторов. Подставим эти зависимости в (2) и умножим все члены полученного уравнения на матрицу Φ' . Учитывая условия ортогональности, можем представить связанные уравнения движения в виде системы несвязанных уравнений относительно главных координат.

Выполнив преобразования и полагая, что $q_1(t) = Q_1 \cos \omega t$, получим формулу для определения перемещения в главных координатах:

$$Z_i(t) = Q_1 \left(\frac{Z_{11} Z_{i1}}{\sqrt{(p_1^2 - \omega^2)^2 + (2\mu_1 p_1 \omega)^2}} \cos(\omega t - \varepsilon_1) + \right.$$

$$+ \frac{Z_{12}Z_{i2}}{\sqrt{(p_2^2 - \omega^2)^2 + (2\mu_2 p_2 \omega)^2}} \cos(\omega t - \varepsilon_2) \quad (5)$$

Нормированные формы вычислим по формулам:

$$Z_{11} = \frac{k_1}{N_1} = \frac{0,94}{\sqrt{m_1}}, \quad Z_{21} = \frac{k_1 - p_1^2 m_1}{N_1} = \frac{0,45}{\sqrt{m_1}}$$

$$Z_{12} = \frac{k_1}{N_2} = \frac{0,36}{\sqrt{m_1}}, \quad Z_{22} = \frac{k_1 - p_2^2 m_1}{N_2} = \frac{-1,3}{\sqrt{m_1}}$$

Поскольку частота вынужденных колебаний заметно больше частот собственных колебаний ($\omega = 83,32 \gg p_1 = 10,84, p_2 = 32,14$) резонансный и окolorезонансный режимы практически исключаются, поэтому допускается не учитывать диссипативные силы. Тогда амплитуды перемещений масс вычисляются по следующей формуле, полученной из (5):

$$Z_i(t) = Q_1 \left(\frac{Z_{11}Z_{i1}}{p_1^2 - \omega^2} + \frac{Z_{12}Z_{i2}}{p_2^2 - \omega^2} \right) \cos \omega t,$$

$$Z_1 = \frac{Q_1}{10} \left[\frac{0,94^2}{117,6 - 83,32^2} + \frac{0,36^2}{1033,1 - 83,32^2} \right] = -Q_1 \cdot 1,51 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

$$Z_2 = \frac{Q_1}{10} \left[\frac{0,94 \cdot 0,45}{117,6 - 83,32^2} - \frac{0,36 \cdot 1,3}{1033,1 - 83,32^2} \right] = Q_1 \cdot 0,17 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

Подставив заданное значение амплитуды возмущающей силы вычислим амплитуды вертикальных перемещений верхней и нижней массы:

$|Z_1| = 4,2 \cdot 10^2 \cdot 1,51 \cdot 10^{-5} = 6,34 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 6,34 \text{ мм}$, что соответствует требованиям, определяющим уровень колебаний сита грохота.

$|Z_2| = 4,2 \cdot 10^2 \cdot 0,17 \cdot 10^{-5} = 0,71 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,71 \text{ мм}$,

Амплитуда силы, действующей на нижнюю массу, равна:

$$R_0 = k_2 Z_2 = 1,4 \cdot 2,7 \cdot 10^3 \cdot 0,71 \cdot 10^{-3} = 2,7 \text{ кН}.$$

Решим ту же задачу методом передаточных и импульсных переходных функций.

Запишем уравнение движения в следующем виде:

$$m_1 \ddot{y}_1 + \left(1 + 2v_1 \frac{d}{dt} \right) k_1 (y_1 - y_2) = q_1(t) \quad (6)$$

$$q_{1(2)} = Q_{1(2)} e^{i\omega t}; \quad y_{1(2)} = \bar{Y}_{1(2)} e^{i\omega t} \quad (7)$$

Обозначим передаточные функции, соответствующие комплексным амплитудам смещений i -ой массы от единичной силы, приложенной к j -ой массе как \bar{N}_{ij} . Подставив (7) в (6) и выполнив сокращения, получим уравнение относительно комплексных амплитуд

$$[(1 + i2n_1)k_1 - m_1\omega^2]\bar{Y}_1 - (1 + 2n_1)k_1\bar{Y}_2 = Q_1$$

Опустим дальнейшие преобразования, представленные в [1] и запишем окончательные формулы для передаточных функций в виде сумм простых дробей:

$$\bar{H}_{11}(\omega) = \frac{1}{m_1 m_2 (p_2^2 - p_1^2)} \sum_{r=1}^2 (-1)^{r+1} \frac{k_1 + k_2 - m_2 p_r^2}{p_r^2 - \omega^2 + i 2v_r \omega p_r^2}$$

$$\bar{H}_{12}(\omega) = \frac{1}{m_1 m_2 (p_2^2 - p_1^2)} \sum_{r=1}^2 (-1)^{r+1} \frac{1}{p_r^2 - \omega^2 + i 2v_r \omega p_r^2}$$

Воспользуемся гипотезой частотно-независимого внутреннего трения, и получим следующие формулы для определения перемещения масс от гармонической силы $Q_1 \cos \omega t$:

$$y_1(t) = \frac{Q_1}{m_1 m_2 (p_2^2 - p_1^2)} \sum_{r=1}^2 (-1)^{r+1} \frac{k_1 + k_2 - m_2 p_r^2}{p_r^2 \left(1 - \frac{\omega^2}{p_r^2} + \gamma_r^2\right)} \cos(\omega t - \varphi_r) \quad (8)$$

$$y_2(t) = \frac{Q_1}{m_1 m_2 (p_2^2 - p_1^2)} \sum_{r=1}^2 (-1)^{r+1} \frac{1}{p_r^2 \left(1 - \frac{\omega^2}{p_r^2} + \gamma_r^2\right)} \cos(\omega t - \varphi_r) \quad (9)$$

Без учета диссипативных сил (поскольку $\omega \gg p_1, p_2$), формулы (8) и (9) примут вид:

$$y_1(t) = \frac{Q_1}{m_1 m_2 (p_2^2 - p_1^2)} \cdot \left(\frac{k_1 + k_2 - m_2 p_1^2}{p_1^2 - \omega^2} - \frac{k_1 + k_2 - m_2 p_2^2}{p_2^2 - \omega^2} \right) = -0,0061 \text{ м} = 6,1 \text{ мм} \approx |Z_1|$$

$$y_2(t) = \frac{Q_1 k_1}{m_1 m_2 (p_2^2 - p_1^2)} \cdot \left(\frac{1}{p_1^2 - \omega^2} - \frac{1}{p_2^2 - \omega^2} \right) = -0,00032 \text{ м} = 0.32 \text{ мм} \approx |Z_2|$$

Из приведенных примеров можно сделать вывод о том, что при расчете колебаний систем с относительно малым числом степеней свободы (в нашем случае с двумя), удобнее использовать метод, основанный на передаточных и импульсных переходных функциях, поскольку метод позволяет существенно упростить алгоритм расчета и записать формулы непосредственно для вычисления обобщенных координат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чернов Ю. Т.* Вибрации строительных конструкций: Научное издание. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 288 с.
2. *Солодовников В.В.* Статистическая динамика линейных систем автоматического управления. М.: Физматгиз, 1960. 470 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РЕЗОНАНСНОГО УВЕЛИЧЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Плиты перекрытия при эксплуатации подвергаются различным воздействиям. Среди них есть динамические, такие как нагрузки, возникающие при движении транспорта рядом со зданием, или от работающего оборудования. Причем виброускорения передаваемые от транспорта распространяются через конструкции здания на перекрытия, т.е. задача сводится уже не к прикладыванию динамической нагрузки на поверхность плиты, а к колебаниям её контура.

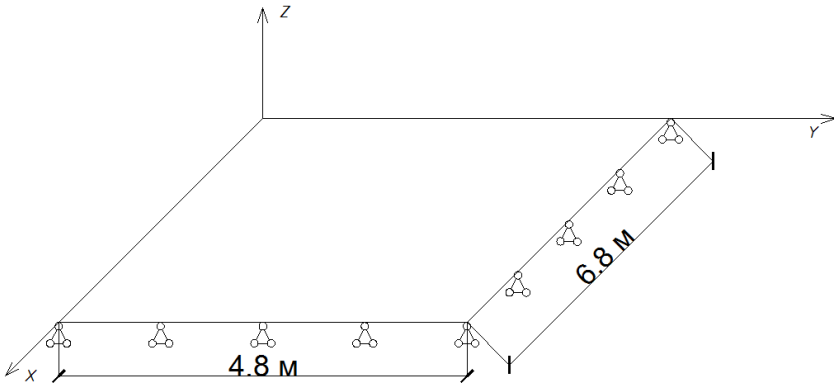


Рис.1. Начальные условия.

Чтобы рассмотреть возникающие в такой ситуации виброперемещения в плите перекрытия, моделируем ее пластиной и задаемся следующими условиями:

1. Условия опирания пластины по контуру принимаем шарнирным;
2. Рассматриваем первую форму колебаний, т.к. в ней ожидаются самые большие перемещения;
3. Учитываем демпфирование по гипотезе Сорокина;
4. Амплитудное значение перемещения контура принимаем 1 микрон;
5. Геометрические параметры пластины: $a=6.8$ м, $b=4.8$ м, $h=0.25$ м;
6. Материал железобетон ($E=3e10$; $\nu = 0.2$; $\rho=2800$);

Запишем уравнение колебания пластины с учетом демпфирования по гипотезе Сорокина:

$$m_0 * \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} + D(1 + i\eta) * \left(\frac{\partial^4 z}{\partial x^4} + 2 * \frac{\partial^4 z}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 z}{\partial y^4} \right) = P(x, y, t)$$

Где m_0 – масса, приходящаяся на единицу площади, η - коэффициент демпфирования.

Решим уравнение, используя метод разложения функций в ряд по собственным формам колебаний. В соответствии с этим методом представляем:

$$P(x, y, t) = m_0 * Z(x, y, t) = m_0 * \sum_{i,f=1}^{\infty} b_{if}(t) * w_{if}(x, y)$$

$$z = z(x, y, t) = \sum_{i,f=1}^{\infty} a_{if}(t) * w_{if}(x, y)$$

Где $b_{if}(t)$, $a_{if}(t)$ – коэффициенты при разложении, $Z(x,y,t)$ – функция колебания контура;

Подставляя решения в уравнение колебания пластины и приравнявая коэффициенты при одинаковых рядах получим следующее:

$$z(x, y, t) = \sum_{i,f=1}^{\infty} \frac{b_{if}(t) * w_{if}(x, y)}{m_0(\omega_{0\ if}^2 - \omega^2 + i * \eta_{if} * \omega_{0\ if}^2)}$$

Получим коэффициенты передачи по перемещению:

$$\mu_{if, \frac{z}{Z_a}}(x, y) = \frac{z(x, y, t)}{Z_a(t)} = \sum_{i,f=1}^{\infty} \frac{K_{if}(x, y)}{\omega_{0\ if}^2 \sqrt{(1 - v_{if}^2)^2 + \eta_{if}^2 * v_{if}^2}}$$

Где ;

$$v_{if} = \omega_{0\ if} / \omega$$

$$K_{if}(x, y) = \frac{\iint_{(s)} w_{if}(x, y) dS}{\iint_{(s)} w_{if}(x, y)^2 dS} * w_{if}(x, y)$$

Таблица 1

Максимальное перемещение в середине плиты

	Коэффициент демпфирования			
	$\eta = 0$	$\eta = 0,01$	$\eta = 0,03$	$\eta = 0,05$
Максимальное значение перемещения	4,63e-4	1,525e-4	5.372e-5	3.24e-5
Увеличение резонансных колебаний	В 463 раза	В 152,5 раза	В 54 раза	В 32 раза

Тогда перемещение окончательное находится как амплитудное значение ускорения, приложенное к контуру, умноженное на коэффициент передачи для заданной точки.

Результаты представлены в табл. 1 для значений коэффициента демпфирования равного 0, 0,01, 0,03, 0,05 (0, 1, 3 и 5 %).

В результате расчетов видно, что перемещения от колебания контура в области резонанса уменьшаются при повышении коэффициента демпфирования, а в после резонансной области увеличиваются.

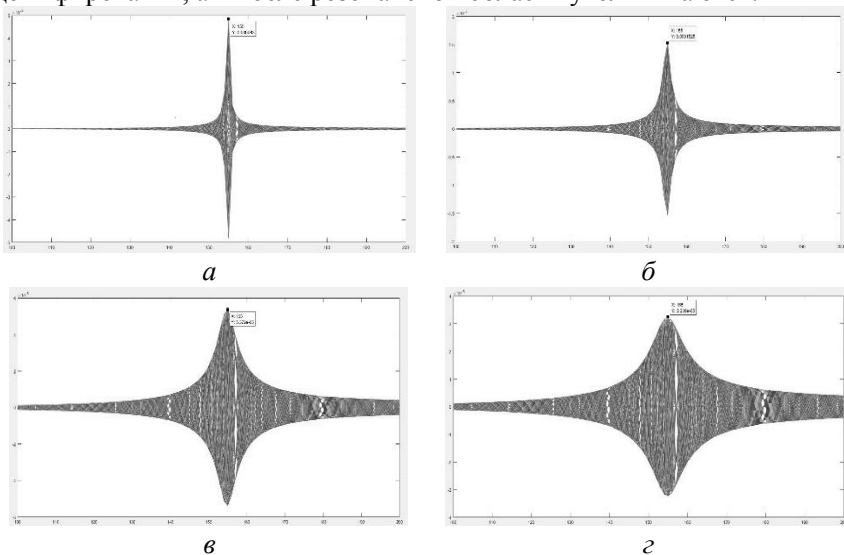


Рис. 2. Вид функции прогибов при коэффициенте демпфирования:
а) равном нулю; б) равном 0,01 (1%);
в) равном 0,03 (3%); г) равном 0,05 (5%);

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Талицкий Е. Н.* Защита электронных средств от механических воздействий. Теоретические основы: учебное пособие. – 2001;
2. *Смирнов А. Ф.* и др. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. – 1984.
3. *В.К. Шадрин, В.С.Вакулюк, В.Б. Иванов, В.А. Кирпичев, С.М. Лежин.* Справочные данные к расчетно-проектировочным и курсовым работам по сопротивлению материалов. Самара, 2007.

РАСЧЕТ ОРТОТРОПНЫХ ПЛАСТИН С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ОБОБЩЕННЫХ УРАВНЕНИЙ МКР

В работе рассматривается расчет изогнутых ортотропных пластин относительно вторых частных производных искомым функций. Численное решение строится с использованием обобщенных уравнений метода конечных разностей.

Разрешающее дифференциальное уравнение изгиба ортотропных плит имеет вид [1]:

$$D_x \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 W}{\partial y^4} = q \quad (1)$$

где W - прогиб; q_0 - интенсивность распределенной нагрузки; D_x, D_y - изгибные жесткости относительно осей x, y ; H - жесткость на кручение.

Понизим порядок дифференциального уравнения (1), введя обозначения

$$w^{\xi\xi} = \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}; \quad w^{\eta\eta} = \frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2} \quad (2)$$

и переходя к безразмерным параметрам:

$$\alpha \frac{\partial^2 w^{\xi\xi}}{\partial \xi^2} + \gamma \frac{\partial^2 w^{\xi\xi}}{\partial \eta^2} + \gamma \frac{\partial^2 w^{\eta\eta}}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 w^{\eta\eta}}{\partial \eta^2} = p. \quad (3)$$

Здесь $w = \frac{W D_y}{q_0 a^4}$; $\alpha = \frac{D_x}{D_y}$; $\gamma = \frac{H}{D_y}$; $p = \frac{q}{q_0}$; $\xi = \frac{x}{a}$; $\eta = \frac{y}{a}$; q_0 - интенсивность нагрузки в произвольной точке; a - длина короткой стороны.

Внутренние усилия также запишем в безразмерном виде:

$$\begin{cases} m^{(\xi)} = \frac{M_x}{q_0 a^2}; \quad m^{(\eta)} = \frac{M_y}{q_0 a^2}; \quad m^{(\xi\eta)} = \frac{M_{xy}}{q_0 a^2} \\ m^{(\xi)} = -(\alpha w^{\xi\xi} + \mu w^{\eta\eta}) \\ m^{(\eta)} = -(w^{\eta\eta} + \mu w^{\xi\xi}). \end{cases} \quad (4)$$

Приведем разностную аппроксимацию дифференциального уравнения (3), используя обобщенное уравнение метода конечных разностей МКР (2.1.17) [2], которое следует из общего дифференциального уравнения 2-ого порядка (2.1.1) [2] при $\delta = \beta = \sigma = 0$ с двойной заменой ω на $w^{\xi\xi}$ и ω на $w^{\eta\eta}$:

$$\alpha \frac{\partial^2 \omega}{\partial \xi^2} + \delta \frac{\partial \omega}{\partial \xi} + \beta \frac{\partial^2 \omega}{\partial \xi \partial \eta} + \sigma \frac{\partial \omega}{\partial \eta} + \gamma \frac{\partial^2 \omega}{\partial \eta^2} = -p. \quad (5)$$

Уравнение записываем на квадратной сетке с шагом h . Фрагмент сетки, на которой строится численное решение, показан на рисунке 1.

$$4\gamma \cdot w_{i,j-1}^{\xi\xi} - 8(\alpha + \gamma) \cdot w_{i,j}^{\xi\xi} + 4\gamma \cdot w_{i,j+1}^{\xi\xi} + 4\alpha \cdot w_{i+1,j}^{\xi\xi} + 4\alpha \cdot w_{i-1,j}^{\xi\xi} + 4w_{i,j+1}^{\eta\eta} - 8(\gamma + 1) \cdot w_{i,j}^{\eta\eta} + 4w_{i,j-1}^{\eta\eta} + 4\gamma \cdot w_{i+1,j}^{\eta\eta} + 4\gamma \cdot w_{i-1,j}^{\eta\eta} = -h^2(p_I + p_{II} + p_{III} + p_{IV}). \quad (6)$$

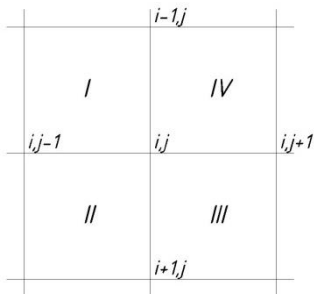


Рис. 1

В (6) входят два неизвестных $w^{\xi\xi}$, $w^{\eta\eta}$. Для решения задачи необходимо иметь в регулярной точке сетки ij еще одно разностное уравнение, записанное относительно тех же неизвестных $w^{\xi\xi}$, $w^{\eta\eta}$. Приведем это уравнение, отметив, что оно было получено при использовании уравнения совместности кривизн:

$$-w_{i-1,j}^{\eta\eta} + w_{i,j-1}^{\xi\xi} - 2w_{i,j}^{\xi\xi} + 2w_{i,j}^{\eta\eta} + 2w_{i,j+1}^{\xi\xi} - w_{i+1,j}^{\eta\eta} = 0. \quad (7)$$

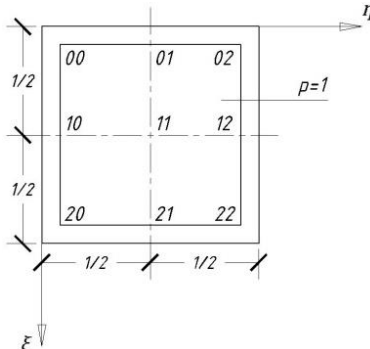
Таким образом, для каждой внутренней точки сетки имеем два алгебраических уравнения относительно неизвестных $w^{\xi\xi}$, $w^{\eta\eta}$.

Алгоритм расчета сводится к следующему. Для всех расчетных точек сетки внутри области интегрирования записываем уравнение (6) и (7). При шарнирном опирании пластинки по контуру, где $w^{\xi\xi} = w^{\eta\eta} = 0$ этих уравнений достаточно для решения задачи, т.е. система уравнений обладает полнотой. При других граничных условиях к уравнениям для области следует добавить уравнения для краевых точек.

Определив $w^{\xi\xi}$ и $w^{\eta\eta}$, вычисляются моменты по (4) в расчетных точках. Для определения прогиба используется известное уравнение МКР.

$$w_{i,j}^{\xi\xi} = \frac{w_{i-1,j} - 2w_{i,j} + w_{i+1,j}}{h^2}. \quad (8)$$

Решим тестовую задачу. Дана шарнирно опертая ортотропная плита, нагруженная равномерно распределенной нагрузкой $p = 1$. Примем $h=1/2$ (рис. 2).



Краевые условия: $w^{\xi\xi} = w^{\eta\eta} = 0$.

Записываем уравнение (6) и (7) для точки 11:

$$-8(\alpha + \gamma) \cdot w_{1,1}^{\xi\xi} - 8(\gamma + 1) \cdot w_{1,1}^{\eta\eta} = \frac{1}{2^2}(1 + 1 + 1 + 1);$$

$$-2w_{11}^{\xi\xi} + 2w_{11}^{\eta\eta} = 0, \text{ откуда получаем:}$$

$$w_{11}^{\xi\xi} = w_{11}^{\eta\eta} = \frac{-1}{8(\alpha+2\gamma+1)}.$$

Определим прогиб в точке (11) по (8)

$$w_{11} = -w_{11}^{\xi\xi} \cdot \frac{h^2}{2} = \frac{0,015625}{\alpha+2\gamma+1}.$$

По [1] при решении в рядах получено $w_{11} = \frac{16}{\pi^2} \cdot \frac{1}{\alpha+2\gamma+1}$. Расхождение результатов 6,2 %.

Эти соотношения справедливы при любых значениях жесткостей.

Вычислим моменты в центральной точке по формулам (4), учитывая, что при $w_{11}^{\xi\xi} = w_{11}^{\eta\eta}$, эти выражения запишутся так: $m_{11}^{(\xi)} = -(\alpha + \mu)w_{11}^{\xi\xi}$; $m_{11}^{(\eta)} = -(\alpha + \mu)w_{11}^{\xi\xi}$.

Приняв $\alpha = 0,4823$; $\gamma = 0,6944$; $\mu = 0,2083$ (диссертация к. т. н. авт. Соломона Тадессе Демиссе), получим: $m_{11}^{(\xi)} = 0,030067$; $m_{11}^{(\eta)} = 0,05261$. Значения, полученные в цитируемой работе с использованием разностных уравнений МПА: $m_{11}^{(\xi)} = 0,03608$; $m_{11}^{(\eta)} = 0,06513$.

Выводы. Приведенный пример расчета ортотропных пластин с использованием обобщенных уравнений МКР служит иллюстрацией алгоритма и показывает, что он позволяет получить решение достаточной точности на редкой сетке. Точность решения будет повышена при уменьшении шага сетки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. М.: Наука. 1966. С. 635.

ЧИСЛЕННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТЕРЖНЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Рассмотрим стержни постоянной жесткости $EI=const$, где сжимающая сила целиком приложена к торцу стержня, т.е. сжимающее продольное усилие постоянно по длине стержня.

Запишем дифференциальное уравнение равновесия сжато-изогнутого стержня [1]:

$$EI \frac{d^4 W}{dx^4} + \frac{d^2 W}{dx^2} = q, \tag{1}$$

где N – сжимающая сила, q – поперечная нагрузка.

При $q=0$ переходим к задаче устойчивости I рода (в Эйлеровом смысле). По [2] осуществим переход от дифференциального уравнения четвертого порядка к двум дифференциальным уравнениям второго порядка:

$$EI \frac{d^2 W}{dx^2} = -M ; \tag{2}$$

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = N \frac{d^2 W}{dx^2} . \tag{3}$$

Уравнения (3) с учетом (2) можно представить в виде:

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = -N \frac{M}{EI} . \tag{4}$$

Дифференциальные уравнения (4) и (2) равновесия сжато-изогнутого стержня запишем в безразмерном виде:

$$\frac{d^2 m}{d\xi^2} = -km ; \tag{5}$$

$$\frac{d^2 w}{d\xi^2} = -m , \tag{6}$$

где $\xi = \frac{x}{l}$; $m = \frac{M}{q_0 l^2}$; $w = \frac{WEI}{q_0 l^4}$; $k = \frac{Nl^2}{EI}$.

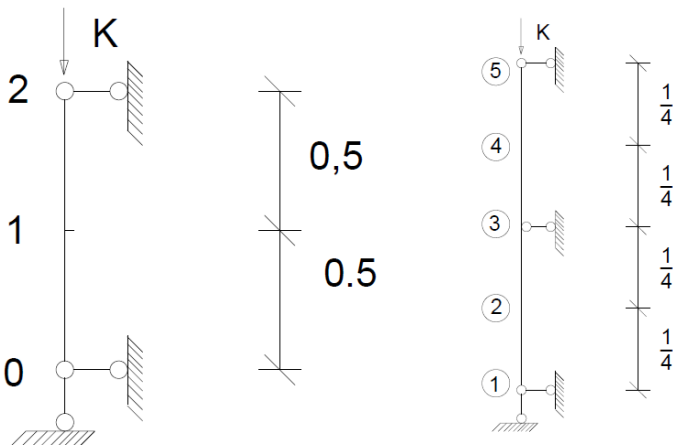
Уравнения (5) и (6) решаются с учетом краевых условий:

Разностные уравнения, аппроксимирующее (5) и (6), соответственно будут иметь вид [2]:

$$m_{i-1} - 2m_i + m_{i+1} + h\Delta m'_i + \frac{h^2}{12}k(m_{i-1} + 10m_i + m_{i+1}) - \frac{h^3}{12}k\Delta m'_i = 0 \tag{7}$$

$$w_{i-1} - 2w_i + w_{i+1} = -\frac{h^2}{12}(m_{i-1} + 10m_i + m_{i+1}) + \frac{h^3}{12}\Delta m'_i \tag{8}$$

Решим тестовый пример.



Граничные условия:

$$w_0 = w_2 = 0; m_0 = m_2 = 0.$$

Запишем уравнение (7) для точки 1:

$$-2m_1 + \frac{1}{12} \cdot \frac{1}{2} k 10m_1 = 0$$

Рассматривается не прямолинейная форма равновесия, т.е. стержень изогнут $m_i \neq 0$, откуда $k = \frac{48}{5}$.

Представим полученный результат в размерных величинах:

$$N_{кр} = 9,6 \frac{EI}{l^2}$$

Известное аналитическое решение:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} = 9,8696 \frac{EI}{l^2}$$

Относительная ошибка численного решения 2,7%.

Рассмотрим пример с двухпролетным шарнирно опертым стержнем постоянной жесткости.

Запишем уравнения (7) и (8) для:

точки 2

$$-2m_2 + m_3 + \frac{1}{12} * \frac{1}{4^2} k (10m_2 + m_3) = 0,$$

$$-2w_2 = -\frac{1}{12} * \frac{1}{4^2} (10m_2 + m_3);$$

точки 3

$$m_2 - 2m_3 + m_4 + \frac{1}{4} \Delta m'_3 + \frac{1}{4^2} * \frac{1}{12} k (m_2 + 10m_3 + m_4) - \frac{1}{4^3} * \frac{1}{12} \Delta m'_3 = 0,$$

$$w_2 + w_4 = -\frac{1}{4^2} * \frac{1}{12} (m_2 + 10m_3 + m_4) + \frac{1}{4^3} * \frac{1}{12} \Delta m'_3 = 0;$$

точки 4

$$m_3 - 2m_4 + \frac{1}{4^2} * \frac{1}{12} k(m_3 + 10m_4) = 0,$$

$$-2w_4 = -\frac{1}{4^2} * \frac{1}{12} (m_3 + 10m_4).$$

$$\text{Обозначим } n = \frac{k}{12} h^2$$

Решив систему уравнений получим: $n_{min} = 0,2$, откуда

$$k=38,4 \text{ и } N = 38,4 \frac{EI}{l^2}.$$

Известное аналитическое решение:

$$P_{кр} = \frac{n^2 \pi^2 EI}{l^2} = 39,478 \frac{EI}{l^2}, \text{ где } n=2;$$

Относительная ошибка численного решения 2,73%.

Разница между результатами численного и аналитического методов получается относительно небольшой.

Можно предположить, что при сгущении расчетной сетки повысится как точность расчета, так и порядок системы линейных алгебраических уравнений.

Решение таких систем вручную вызывает затруднения, поэтому с появлением компьютеров, которые за короткое время могут выполнить миллиарды операций, начался период бурного развития численных методов и внедрения их в практику.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., Аносов А.А.* Основы строительной механики стержневых систем. Издательство Ассоциаций строительных вузов Москва 1996, 541с.
2. *Габбасов Р.Ф., Габбасов А.Р., Филатов В.В.* Численное построение разрывных решений задач строительной механики – М.: АСВ, 2008, 280с.

СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студентка 3 курса 6 группы ИСА Безденежных М.А.

Научный руководитель — доц., к-т техн. наук., доц. А.Д. Жуков

СИСТЕМНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ ЗЕЛеноЙ КРОВЛИ

Крышу здания нередко называют пятым фасадом. От ее размеров и художественного облика зависит силуэт застройки. Одновременно крыша - верхняя ограждающая конструкция здания. Она выполняет и несущую и теплоизолирующую функцию, а ее верхний элемент - кровля - обеспечивает защиту здания от дождя, снега, ветра, перепадов температуры воздуха [1, 2].

Кровля может быть просто эксплуатируемой, используемой как парковочное пространство, плавательные бассейны, бары и рестораны, а также может быть предназначена для целей, связанных с устройством сада, такая кровля называется «зеленая» [3, 4].

Зеленая кровля – это система, которая предполагает создание многослойного «пирога», состоящего из компонентов различного назначения, в комплексе компенсирующих растениям утрату природной почвы и гарантирующих стабильное существование растительного покрова на зеленой крыше (рис. 1).

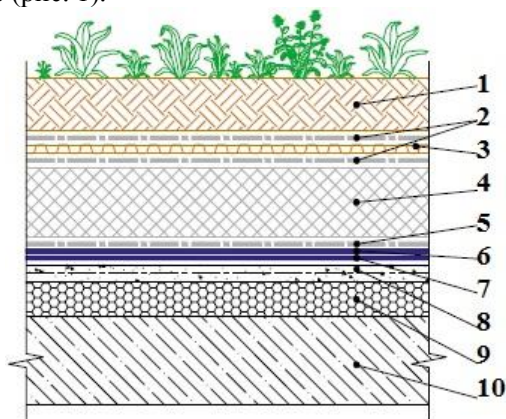


Рис. 1. Система «зеленой» кровли

1 — растительный субстрат с зелеными насаждениями; 2 — термоскрепленный геотекстиль; 3 — дренажная мембрана; 4 — XPS-плиты; 5 — иглопробивной геотекстиль; 6 — Техноэласт ГРИН; 7 — Техноэласт ЭПП; 8 — армированная цементно-песчаная стяжка; 9 — уклонообразующий слой; 10 — плита перекрытия

Таким образом, в кровельную систему входят следующие слои:

— Корневой барьер. Термоскрепленный геотекстиль плотностью 150 г/м², который укладывается на слой гидроизоляции и защищает ее от разрушения корнями растений.

— Влагонакопительный защитный мат или термоскрепленный геотекстиль. Защищает корневой барьер от механических повреждений, а также выступает в качестве аккумулятора дополнительной влаги - удерживает воду и питательные вещества.

— Дренажно - накопительный слой. Обеспечивает отток лишней воды в сливные воронки и, в то же время, сохраняет в желобах необходимое растениям количество дождевой воды. Обеспечивает необходимую вентиляцию в корневой области "зеленой" кровли. В качестве этого слоя применяют гравий или профилированные мембраны, а так же комбинацию из профилированной мембраны PLANTER и слоя гравия. Гравий, фракцией 10—20 мм, укладывают между двумя слоями термоскрепленного геотекстиля. Минимальная толщина слоя гравия — 40 мм.

— Фильтрующий слой. Представляет собой системный фильтр, предотвращающий забивание отверстий дренажных элементов мелкими частицами почвенного субстрата и защищает субстрат для кровельного озеленения от вымывания ценных для растений питательных веществ. Иногда применяют термоскрепленный геотекстиль.

— Питательный слой грунта. Состоит из специального субстрата для кровельного озеленения.— Растительный покров "зеленой" кровли включает самые разнообразные растения от неприхотливых седумов, до газонов, декоративных и плодовых кустарников и различных видов деревьев.

Уклоны основания под кровельный ковер эксплуатируемых и зеленых крыш должны составлять 1,5—3,0 %. При уклонах менее 1,5 % существует вероятность застоя воды на крыше, что может привести к ее заболачиванию и гибели высаженных растений. При увеличении уклонов уменьшается вододерживающая способность крыши.

В качестве утеплителя используют материал, обладающего низким водопоглощением и устойчивого к длительному воздействию влаги. Таким материалом является экструзионный пенополистирол (XPS-плиты: CARBON 30 280 СТАНДАРТ или CARBON 35 300), пенополиизоцианурат (PIR) и пеностекло. Плиты экструзионного пенополистирола укладывают в два слоя, толщина верхнего слоя должна быть не меньше толщины нижнего слоя теплоизоляции. Данное условие необходимо выполнять для того, чтобы поверхность соприкосновения верхнего и нижнего слоев теплоизоляции находилась ниже «точки росы». В

противном случае не исключено замерзание воды, находящейся между слоями теплоизоляционных плит.

Между утеплителем и гидроизоляцией в качестве разделительного слоя иногда применяют иглопробивной геотекстиль плотностью 300 г/м². В качестве гидроизоляционного слоя применяется рулонный битумно-полимерный материал, который укладывается в два слоя. Материал Техноэласт ЭПП используется в качестве нижнего слоя кровельного ковра и Техноэласт ГРИН для верхнего.

Для удаления воды с поверхности предусматривается устройство системы внутреннего организованного водоотвода. В системах водоотведения зеленых и эксплуатируемых крыш используются многоуровневые воронки, обеспечивающие отвод воды не только с поверхности крыши, но и с уровня дренажного слоя и гидроизоляционного ковра. Ось воронки должна находиться на расстоянии не менее 600 мм от парапета и других выступающих над крышей частей зданий. Чаши водосточных воронок должны быть прикреплены к несущему основанию крыши и соединены со стояками через компенсаторы.

Зеленые крыши подразделяют на крыши с применением экстенсивного или интенсивного озеленения. Экстенсивная система предполагает использование только травяного покрова высотой 60 мм, равномерно распределенного на тонком слое почвы. Интенсивная зеленая кровля – покрытие, в котором невысокие растения сочетаются с кустарниками и небольшими деревьями.

В общей сложности эксплуатируемые зеленые кровли имеют множество преимуществ, которые улучшают качество жизни человека, помогают рационально использовать городское пространство и в целом повышают эстетичность и экологичность оценки здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4 (35). С.
2. Теличенко В.И., Орешкин Д.В. Материаловедческие аспекты геоэкологической и экологической безопасности в строительстве // Экология урбанизированных территорий. 2015. №. 2. С. 31—33.
3. Жуков А.Д., Чугунков А.В. Локальная аналитическая оптимизация технологических процессов // «Вестник МГСУ». 2011. № 1-2. С. 273—278
4. Rumiantsev B.M., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu, Romanova I.P., Zelenshikov D.B., T.V. Smirnova. The systems of insulation and a methodology for assessing the durability. / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20168604036>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В последние годы осваиваются новые передовые технологии и методики дорожного строительства, которые поднимают качество автомобильных покрытий за счёт применения инновационных материалов. Рассмотрим современные материалы, используемые при строительстве дорог, а также их свойства.

С недавнего времени в строительстве стали широко использовать асфальтобетонные смеси. В 2005 году, при капитальном ремонте федеральной автодороги «Россия» (Санкт-Петербург Москва) освоена технология приготовления и укладки щебеночномастичных асфальтобетонных смесей (ЩМА).

Данный материал обладает не только оптимальными характеристиками, например, хорошими эластичными свойствами, но и является относительно недорогим, что позволяет его использовать в дорожных покрытиях [1].

Асфальтобетонная смесь - это смесь минеральных материалов, таких как: щебень (гравий) различной крупности, песок с минеральным порошком или без него и битум. Берутся в определенных соотношениях и перемешиваются в нагретом состоянии.

Асфальтобетон - асфальтобетонная смесь, которая находится в уплотненном состоянии [2-3]. Асфальтобетонные смеси и асфальтобетоны, в зависимости от используемого стройматериала, могут быть гравийными, щебеночными, песчаными. Асфальтобетон, в зависимости от температуры бывает:

а) теплый, содержит маловязкий битум. Уплотнение происходит при температуре 40—80 градусов;

б) горячий, в составе которого имеется твердый битум. Укладка такой смеси происходит при температуре около 120 градусов. Чаще всего, такой смесью заливают городские дороги, которые испытывают сильную нагрузку от колес автомобилей, благодаря прочным свойствам застывшего материала и быстрому затвердеванию

в) холодный (бывает песчаным и мелкозернистым), состоящий из жидкого битума. Уплотняется такая смесь при температуре от 10 градусов и выше. В результате уплотнения смеси повышается ее плотность, ее слой приобретает водостойкость, а при остывании -прочность.

Также появляется еще более усовершенствованный вид асфальтобетона - полимерасфальтобетон. Ведь битум (составляющее асфальтобето-

на)-хрупкий материал. При температуре меньше -20 и больше $+60$ градусов разрушается при воздействии на него нагрузки. Для придания прочности, в битум добавляют полимерные компоненты. Они имеют отличную стойкость к деформации-свойство восстанавливать изначальную форму после воздействия нагрузки. В отличие от обычных битумов, полимерно-битумные вяжущи (ПБВ) сохраняют свои свойства при температурах от -60 до $+80$ °С и имеют более высокую эластичность, которая сохраняется при более низких температурах.

Благодаря использованию ПБВ, увеличивается коррозионная стойкость покрытий, исключается колеобразование на дорогах в летний период, обеспечивается трещеностойкость в зимний период. То есть полимерасфальтобетон имеет повышенную деформационную устойчивость на всем диапазоне эксплуатационных температур. В дорожном строительстве сравнительно недавно стали применяться геосинтетические материалы.

Они имеют в своем составе синтетические или природные полимеры (полиэстер, полипропилен, полиэтилен, полиамид), неорганические вещества. Данные материалы используют для армирования, разделения или дренирования дорожных одежд, они контактируют с грунтом или другими средами. Рассмотрим некоторые их виды.

Геотекстиль представляет собой сплошное волокнистое полотно(рулонный материал). Благодаря высокой фильтрующей способности используется в дорожном строительстве для создания надежных фильтрующих прослоек(гибкий). Организует дренажную систему. Разделяет и предотвращает смешивание слоев разных фракций-щебня, песка, грунта. За счет этого нагрузки распределяются равномерно, исключается возможность провала и деформации покрытия. Существование различных видов геотекстиля по плотности позволяет использовать его при строительстве дорог любого назначения.

Геомат состоит из полимерных мононитей, скрепленных механическим, термическим, химическим, или другими способами.

Георешетка-плоский геосинтетический материал, имеющий сквозные ячейки правильной одинаковой формы. Усиливает конструкцию.

Геокompозит- состоит из нескольких слоев, отличающихся по своей структуре друг от друга. Используется для дренирования.

Геомембрана гидроизолирует нижние слои дорожной одежды (поднимает влагу наверх). А также защищает полотно дороги от возможных деформаций.

Использование геосинтетических материалов в дорожном строительстве имеет ряд преимуществ: снижение объема сыпучих материалов при строительстве; увеличение прочности дорожного полотна устойчивы к химическо-механическим воздействиям и температурным

перепадам [4]. Рекомендовано сочетать различные виды геосинтетиков. Еще одним материалом, играющим важную роль при строительстве дорог является гидрофобизатор.

Гидрофобизаторы-вещества, которые придают материалам гидрофобные (водоотталкивающие) свойства. При нанесении гидрофобизатора, состав проникает в поры материала и закупоривает, что предотвращает заполнение пор влагой.

Применение гидрофобизаторов исключает процессы разрушения дорог, загрязнения покрытий и снижает расход лакокрасочных и пропиточных материалов [5]. За счет этого огнезащитные и антисептирующие составы, которые применяются в составе асфальтобетонной смеси, становятся атмосферостойкими, а краски и лаки на водной основе становятся водоотталкивающими. Гидрофобизаторы помогают исключить появление мха, грибка и плесени; предотвращают коррозию материалов, обладают устойчивостью к УФ-лучам.

Таким образом современные материалы улучшают транспортно-эксплуатационные характеристики дорожного покрытия. Делают его долговечнее, надежнее, менее вредным для окружающей среды. Благодаря новым материалам, используемым при строительстве дорог, увеличивается безопасность на дорогах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Львович Ю.М.* “Геосинтетические и геопластические материалы в дорожном строительстве/Информационный центр по автомобильным дорогам «Информавтодор”7-2002/с. 1212.

2. *Гохман Л.М.* Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон полимерасфальтобетон. Учебно-методическое пособие.-М.:ЗАО «ЭКОНИНФОРМ»,2008.-117с.

3.ГОСТ Р 55028-2012 “Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения”.

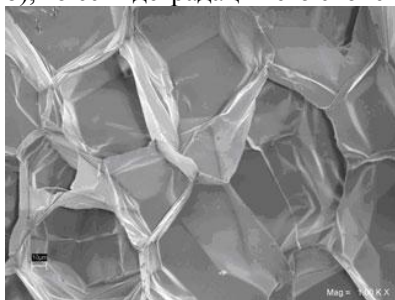
4. *Ляпидевская О.Б., Фрайнт М.А.* Фотокаталитический бетон для дорожного строительства// Вестник МГСУ . 2014. № 2 . С. 125-130.

5. *Ткач Е.В., Семенов В.С., Ткач С.А.* Высокоэффективные модифицированные гидрофобизированные бетоны с улучшенными физико-техническими свойствами//Бетон и железобетон -взгляд в будущее: научные труды III Всероссийск. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону, Москва, 12-16 мая 2014 г.: в 7 т. -Т. 5. -С. 113-123.

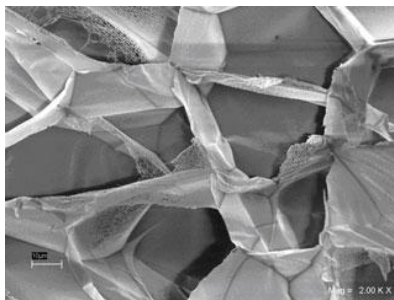
ВСПЕНЕННЫЙ ПОЛИСТИРОЛ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ И КОНСТРУКЦИЯХ

В условиях экономической ситуации, когда цены на энергоносители и электрическую энергию растут, становится необходимостью максимальная теплоизоляция помещений и минимизация потерь тепла разного рода. Сбережение энергетических ресурсов стало одним из определяющих векторов развития отечественной экономики [1]. Становится актуальным применение теплоизоляционных материалов и строительных систем.

Пенополистирол (рис. 1а) представляет собой множество пузырьков воздуха, заключенных в тоненькие оболочки из полимера. А как известно воздух является одним из лучших тепловых изоляторов. Одно из важнейших его свойств – устойчивость к относительно высоким механическим нагрузкам в течение длительного времени, хорошая прочность (особенно на сжатие). Материал сохраняет стабильность структуры, геометрических размеров и свойств в интервале температур от -180 до $+80$ °С – не деформируется и не садится в конструкции в течение всего срока эксплуатации. Материал имеет высокую эксплуатационную стойкость, но в процессе эксплуатации в условиях близких (для этого материала) к экстремальным возможно старение материала (рис. 1б), то есть деградация его свойств.



а



б

Рис. 1. Фотографии структуры пенополистирола: свежего (а) и искусственно состаренного (б)

Плиты из пенополистирола получают вспениванием или экструдированием. В основе технологии лежат процессы вспучивания. В результате вспучивания создается ячеистая структура. Общий объем пористости такой структуры определяется количеством введенного газообраз-

ного компонента и количества компонента удержанного смесью при вспучивании.

Изделия из экструдированного пенополистирола применяют при строительстве и реконструкции зданий, для теплоизоляции крыш, перекрытий, стен домов и подвалов, железных дорог, аэродромов, при строительстве автомагистралей и т.д.

Один из видов строительных материалов на основе пенополистирольных плит – сэндвич панели. Сэндвич панель – самонесущая конструкция, состоящая из двух стальных оцинкованных профилированных листов и слоя утеплителя, используемая в качестве стеновых и кровельных материалов [2].

Панели не дают большой нагрузки на несущую конструкцию (за счет малой плотности пенополистирола), поэтому без труда транспортируются и собираются в любых условиях. А хорошие теплоизоляционные свойства (теплопроводность при 25 °С, Вт/(м·К), не более 0,030) позволяют увеличить рабочую площадь помещений.

Гранулы вспененного полистирола используют также в качестве пористого заполнителя для полистиролбетона, который представляет собой композиционный материал, в состав которого помимо полистирола входят также портландцемент, минеральный наполнитель, вода и воздухововлекающая добавка. Плотность материала может варьироваться в широких пределах, в результате чего полистиролбетон может быть теплоизоляционным, теплоизоляционно-конструкционным или конструкционно-теплоизоляционным материалом. Материал имеет высокий показатель ползучести под нагрузкой и его применение в строительстве ограничено [3, 4].

Система «Теплый дом» - это инновационная технология монолитного домостроения, основанная на применении блоков несъемной опалубки из пенополистирола. Эта технология позволяет возводить коттеджи, многоэтажные здания, и холодильники. Исходным сырьем для производства опалубки является полистирол, вспенивая который получают блоки.

Возведение стен по технологии «Теплый дом» включает три этапа. Установка фрагмента стены из блоков несъемной опалубки на фундамент (заранее залитый или смонтированный). Укладка арматуры; заполнение бетоном внутренней полости полистирольных блоков. Наружная и внутренняя отделки выполняются любыми традиционными способами: облицовочным кирпичом, штукатуркой по армирующей сетке и т.д. Опалубка выдерживает давление бетона, что обеспечивает жесткость и прочность конструкции, возможность применения её в опасных сейсмических районах. Пенополистирол обладает прекрасными теплоизоляционными характеристиками, поэтому отсутствует необ-

ходимость дополнительного утепления, что в свою очередь удешевляет строительство зданий и сооружений. К преимуществам несъемной опалубки из пенополистирола можно также отнести небольшую массу блоков, влагоустойчивость, герметичность и звукоизоляцию (49 дБ).

Главным недостатком конструкций и материалов на основе пенополистирола является его горючесть. По европейским стандартам пенополистирол горит только при воздействии на него открытого пламени, без которого материал самозатухает. Российский же ГОСТ 30244-94 относит его к категориям горючести Г3 – Г4 – самым опасным, что ограничивает его применение для возведения зданий и сооружений с повышенными противопожарными требованиями. Для того чтобы повысить его жаростойкость в его состав как правило добавляют антипирены, обеспечивающие достаточную огнезащиту (Г2). При возведении зданий и сооружений из полистиролбетона для обеспечения пожарной безопасности зданий (по ГОСТ Р 51263 -2012) не допускается его использование без защиты негорючими материалами (кирпичом, цементно-песчаной штукатуркой, гипсово-волоконными листами и др.).

Конструкции и материалы на основе вспененного полистирола сочетают в себе хорошие теплоизоляционные свойства и экономичность, обеспечивают уют и комфорт в наших жилищах, имеют достойное соотношение стоимости и качественных характеристик. При возможности улучшения пожаробезопасности материала его популярность и востребованность строительными компаниями, будет только расти. В существующей ситуации оптимальными системами с пенопластовым утеплителем являются конструкции, в которых слой утеплителя изолирован от окружающей среды, в частности штукатурные фасады с утеплением, конструкции утепленных фундаментов и некоторые виды плоской кровли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4 (35). С. 3.
2. Zhukov A.D., Smirnova T.V., Zelenshchikov D.V., Khimich A.O. Thermal treatment of the mineral wool mat. *Advanced Materials Research*. 2014. Т. 838–841. P. 196–200
3. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Жукова Е.А. Системы фасадной отделки с утеплением. Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 279-283
4. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., Naumova N.V., Chkunin A.S. Composite wall materials // «Italian Science Review». Issue 2 (11); February 2014. P. 155—157

ПРОЗРАЧНЫЙ БЕТОН ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Одним из приоритетных направлений развития российской экономики является внедрение энергоэффективных технологий и материалов. Одним из решений данной проблемы является применение светопрозрачных стеклянных конструкций, которые обеспечивают доступ солнечного света в помещение, экономят электричество, не подвергаются коррозии, могут быть выполнены в любой цветовой гамме и любой формы.

Однако конструкции из стекла имеют ряд недостатков: хрупкость при транспортировке и монтаже, возникновение температурных напряжений (при перепадах температур); возможность образования конденсата на внутренней поверхности при снижении температуры на улице; сложность монтажа; необходимость регулярной чистки для сохранения привлекательного внешнего вида и др.

Отмеченных недостатков можно избежать, если заменить стеклянные конструкции на конструкции, выполненные из прозрачного бетона, который сравнительно недавно появился в современном мире дизайна.

Идея получения прозрачного бетона возникла еще в середине XX века, однако, первый патент был получен в 2001 году венгерским архитектором Ароном Лосконши, который искал пути решения по оживлению офисных помещений, придания им большего количества естественного света.

Лосконши получил решение, добавив в бетон в качестве заполнителя оптическое волокно. Так был получен материал, который запатентован под названием «Litracon» (Light transmitting concrete), в переводе – «светопроводящий бетон» [1].

Свое развитие идея прозрачного бетона получила в работах германского архитектора Юргена Ломана, который продемонстрировал всему миру уникальные характеристики этого материала.

Строительство зданий из прозрачного бетона может стать весьма эффективным способом экономии электроэнергии. Светопропускающие свойства прозрачного бетона позволяют пропускать в помещение естественный свет и сохранять эстетическую привлекательность бетонного здания, используя при этом меньше электроэнергии.



Рис. 1. Применение прозрачного бетона в строительстве зданий

Прозрачный бетон – материал, основными компонентами которого являются: портландцемент, оптические волокна, выполненные из чистого оптического стекла, длиной от 150 мм и диаметром 0,6 мм, наполнители, добавки. Обладая особенностью пропускать свет, материал не теряет своих свойств, присущих обычному бетону [2].

В настоящее время в России, в частности в МГСУ, также ведутся исследования по разработке составов и технологии прозрачного бетона. Первый заключается в добавлении к портландцементу кусочков пластика или стекла, которые могут быть использованы в качестве заполнителей. Второй – в сочетании оптических волокон и мелкозернистого бетона [3].

Прозрачный бетон, как правило, производится плитами с размерами 1200x400x50мм. Для формования применяют многоразовые формы из резины (уретанового каучука), которые не дают усадки при подаче тепла, и могут быть выполнены любой формы и размера [4].

Технология производства включает следующие операции. В форму, с предварительно нанесенным антиадгезионным покрытием, в одном направлении укладываются нити волоконной оптики на расстоянии 1-4 мм друг от друга. Затем бетонную смесь, состоящую из портландцемента (ЦЕМ I 42,5Н), мелкого заполнителя и добавок, заливают в форму слоем толщиной 5-10 мм. После схватывания первого слоя бетонной смеси еще раз укладывают нити волоконной оптики на том же расстоянии и снова заливают бетон. Так продолжается до тех пор, пока вся форма не будет заполнена. Далее бетон подвергают тепловлажностной обработке (ТВО).

После того, как бетон затвердеет и приобретет необходимую прочность, его расформовывают, подвергают шлифовке, полировке и отправляют на склад готовой продукции.

Основные физико-механические характеристики материала:

- Плотность — 2200 кг/м³
- Прочность на сжатие до 35 МПа;
- Прочность при растяжении на изгиб 2 МПа;
- Морозостойкость не менее 75 циклов;
- Водопоглощение по массе 6%;
- Теплопроводность — 2,1 Вт/(м·К);
- Класс горючести — негорючий (НГ);

Как показали проведенные исследования, прозрачный бетон не уступает по физико-механическим характеристикам тяжелому бетону, при этом лучше сохраняет тепло и проводит дневной свет. Это делает его отличным решением для зданий в суровых климатических условиях, где он может защитить от холода, не оставляя здание без дневного света. При этом прозрачный бетон поддается переработке: путем дробления, получается щебень размером 10-60 мм, который может быть применен в качестве крупного заполнителя в бетонах, сохраняя при этом свои изоляционные свойства.

Области применения прозрачного бетона не ограничиваются ограждающими конструкциями. Прозрачный бетон может также использоваться в дорожном строительстве. Например, при устройстве дорожных отбойников или разметки с подсветкой. В гражданском строительстве можно подсвечивать лестницы, либо перегородки. Можно подсветить каждый блок отдельно и даже создать свой рисунок и композицию.

В настоящее время в нашей стране производство и применение прозрачного бетона сдерживаются, так как недостаточно отработана технология изготовления и изучены свойства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кочетов В. А.* Римский бетон. — М.: Стройиздат, 1991.
2. Производство светопроводящего бетона ILLUMICON. [www.illumicon.ru].
3. *Ткач Е.В.* Технологические аспекты создания высокоэффективных модифицированных бетонов заданных свойств//Технологии бетонов. 2011. № 7-8. - С. 44-47.
4. Технологии шинного производства. — Изд. 3-е, перер. и доп. — Химия, 1981, - 264 с.

БЕТОН ДЛЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ФИБРЫ

Технический прогресс не стоит на месте и ищет совершенства в любом строительном процессе с целью соответствия одного самым высоким современным требованиям. Эти изменения стимулируют развитие новых, более технологичных материалов, например фибробетона. Особенности армирования определяют его использование в бетонах, которые подвергаются повышенным нагрузкам [1].

Поэтому перспективным направлением в использовании дисперсного армирования являются аэродромные покрытия, однако они предъявляют ряд специфических требований к бетонной смеси: износостойкость, диэлектрическая непроницаемость, повышенная прочность на изгиб, устойчивость к ударным нагрузкам [5]. Отсюда разработка такого состава является актуальным вопросом на сегодняшний день.

Поэтому нами была поставлена цель создания такого состава на основе полипропиленовой фибры, отвечающего всем представленным выше требованиям [4].

В качестве вяжущего вещества был выбран портландцемент марки 500, в составе которого не было минеральных добавок. В качестве мелкого заполнителя применялся песок с модулем крупности $M_k=2.04$ и соответствующий требованиям ГОСТ 31424. График зернового состава представлен на рис. 1.

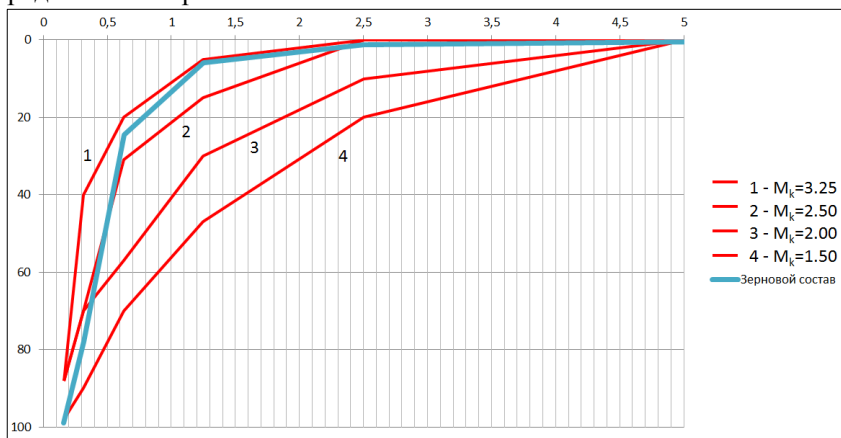


Рис. 1. График зернового состава

В качестве крупного заполнителя использовался щебень, отвечающий стандартам ГОСТ 8267, наибольшей крупностью 20 мм и наименьшей - 5 мм соответственно. Для затворения применялась вода, отвечающая требованиям ГОСТ 23732-2011. В качестве армирующего волокна применялась полипропиленовая фибра. Её использование определено структурой волокна: она обеспечивает диэлектрическую непроницаемость смеси [2], [6].

Согласно исследованиям В.И. Калашникова, было принято решение использовать волокна длиной 12 мм и концентрацией 0.5%, 1%, 2% от массы цемента, чтобы по результатам испытания сравнить получившиеся характеристики [3]. Также для создания более плотной структуры камня было решено применять суперпластификатор Cemmix CemPlast в количестве 0.75% от массы вяжущего.

По рассчитанному составу был выполнен пробный замес и изготовлены образцы - кубики со сторонами 10 см. С целью более точной корреляции результатов, для каждого содержания фибры формовались по 3 образца. Условия твердения нормальные.

По истечении 14 суток после формования производились испытания на определение прочности при сжатии. Чтобы перейти на прочность в возрасте 28 суток, применялась логарифмическая зависимость.

$$R_{28} = \frac{R_n \cdot \lg_{28}}{\lg_n}$$

В результате испытаний были получены следующие данные.

Таблица 1

Значения пределов прочности при сжатии образцов. В скобках в возрасте 14 суток

Номер образца	Значения предельной силы, кН		
	0.5 % фибры	1 % фибры	2 % фибры
1	135.10 (107)	251.27 (199)	205.81 (163)
2	99.75 (79)	285.36 (226)	222.23 (176)
3	126.27 (100)	212.13 (168)	188.13 (149)
4-базовый	194.71 (155)		

Как видно на графике (рис. 2) наибольшая прочность получена при концентрации фибры 1%. Анализируя, можно сделать вывод, что фибра оказывает положительное влияние на прочность бетонного камня (выигрыш более чем на 28%).

Однако остаётся неизвестным вопрос, при каком содержании фибры будет максимум прочности камня. Для этого будут изготовлены образцы с содержанием фибры 1%, 1.3%, 1.5%, 1.8%, 2%, и среди них уже будет найдено оптимальное содержание фибры.

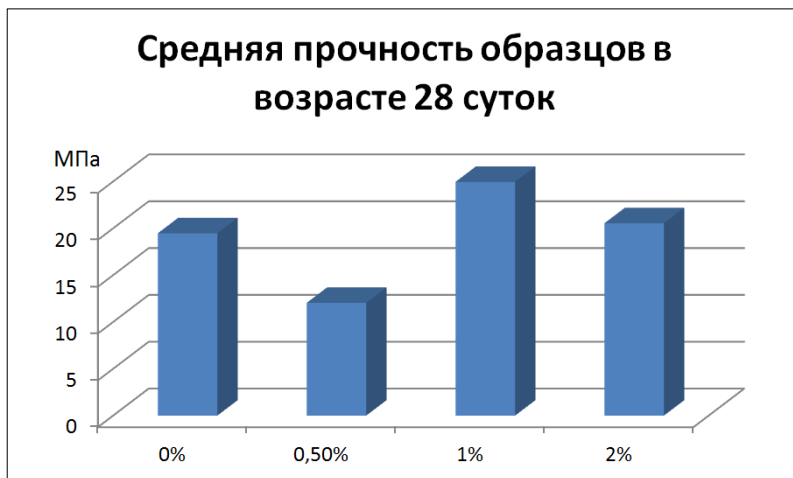


Рис. 2. Средняя прочность образцов в возрасте 28 суток

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пухаренко Ю.В.* Научные и практические основы формирования структуры и свойств фибробетона – СПб. : 2005 г. – 31 с.
2. *Зотов А.Н.* Исследование и прогнозирование технологических свойств бетонных смесей с полипропиленовой фиброй Москва : Вестник гражданских инженеров 2014 №1(42) с. 79
3. *Калашиников В.И., Миненко Е.Ю.* Исследование влияния фибры на прочность бетона для дорожных покрытий. Волг. : Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2013. Вып. 32(51) с. 55
4. *Морозов В.И., Пухаренко Ю.В.* Эффективность применения фибробетона в конструкциях при динамических воздействиях – Москва : Вестник МГСУ 2014 №3 с. 189—196.
5. *Парфёнов А.В.* Ударная выносливость бетонов на основе стальной и синтетической фибры – Уфа : 2004 с. 13
6. *Богданова Е.Р.* Экспериментальные исследования бетона, дисперсно армированного синтетической полипропиленовой фиброй – СПб.: 2015 г. С. 93-98

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛОГО ДОМА В Г. МОСКВЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Обследуемое здание расположено в ТУ «Таганское» Центрального административного округа г. Москвы и подлежит реконструкции с сохранением фасадов и пристройкой переменной этажности с увеличением высоты здания до 5-ти этажей в сторону внутриквартальной территории с примыканием к жилому 8-ми этажному дому с устройством проездной арки. Общая площадь нового строительства оценивается в 3500 м² [1].

Однако здание, длительное время находящееся в состоянии консервации, под действием внешних и внутренних факторов (негативные техногенные воздействия, тяжелые погодные условия, несколько пожаров внутри здания и т.д.) пришло в состояние, когда процессы его разрушения приобрели необратимый характер. Таких признаков несколько: разрушено междуэтажное перекрытие, кровля, лестничные марши, стеновые материалы, повреждено основание здания (рис. 1).



Рис.1. Разрушение ж/б междуэтажных перекрытий

Поэтому целью обследования является установление нынешнего технического состояния здания и установление возможности его реконструкции.

Исследования микроструктуры материалов представляет особую важность при оценке их свойств, которые проводились на рентгеновском дифрактометре JDX-10 PA фирмы JEOL (Япония) при анодном напряжении 40 квт. и силе тока 20 мА. Интенсивность дифракционного

излучения в зависимости от угла рассеивания определяется с помощью сцинтиляционного счетчика СРС-1-0 с амплитудным дискриминатором и регулируется на диаграммной ленте.

Результаты рентгеноскопического анализа образцов раствора кирпичной кладки и штукатурного покрытия представлены на рис. 2.

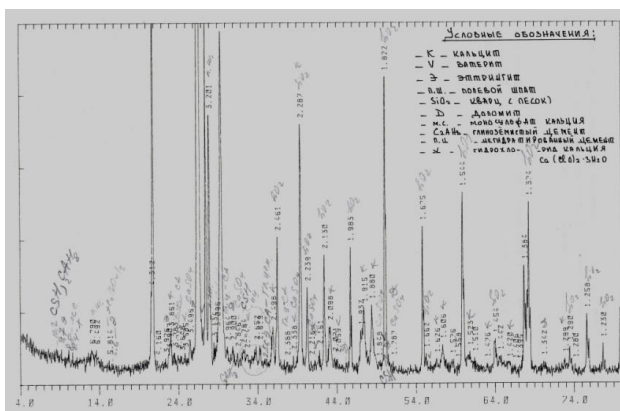


Рис. 2. Рентгенограмма кладочного раствора и штукатурного покрытия.

Дешифровка показала наличие в растворе следующих продуктов гидратации и соединений:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| - кальцит | CaCO_3 |
| - ватерит | $\mu\text{-CaCO}_3$ |
| - полевошпатовый шпат | $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ |
| - кварц | SiO_2 |
| - доломит | $\text{MgCO}_3\cdot\text{CaCO}_3$ |
| - эттрингит | $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ |
| - частицы негидратированного цемента | $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$ |
| - минерал Геллюсит | $\text{CaCO}_3\cdot\text{Na}_2\text{CO}_3\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ |
| - минерал Буркеит | $2\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot\text{Na}_2\text{CO}_3$ |
| - гидрохлорид кальция | $\text{CaCl}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ |

Исследование металлических конструкций

Упрочнение металлов в процессе пластической деформации называют нагартовкой или наклепом. Если наклепанный металл нагреть до температуры, равной примерно 0.25...0.40 абсолютной температуры плавления и выше, то вместо деформированных, вытянутых зерен постепенно образуются новые равноосные. Начинается процесс роста зерен и их сращивание. При этом металл полностью разупрочняется.

Установлено, что диапазон температур открытого пламени находился между 600°C и 900°C. Если минимальная температура рекристаллизации для железа, как отмечалось выше, равна 450°C, то уже при температуре 600°C сталь полностью разупрочняется и впоследствии использована быть не может.

Хлориды металлов натрия и магния в сочетании с влагой, что неоднократно зафиксировано при обследовании конструкций, являются активаторами процессов коррозии стали. Даже при небольшой концентрации они способны к адсорбции на поверхности конструкции, вытесняя адсорбированный кислород и вызывая язвенную коррозию стали. Ржавчина, окалина и белые высолы на стальных балках междуэтажных перекрытий $\text{Fe}_2\text{O}_2\text{CO}_3$, $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_5[\text{OH}]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ являются комплексными соединениями. При этом, объем их резко увеличивается, вызывая внутренние напряжения в структуре стали. [2,3].

Таким образом, все вышеописанные новообразования так или иначе провоцируют возникновение внутренних напряжений и разрушают сталь конструктивных элементов здания.

В результате визуального и инструментального обследования зданий установлено:

1. Поверхности стен имеют многочисленные разрушения по всему периметру обоих зданий.
2. Стены имеют выкрашивания раствора на глубину до 100 мм.
3. Гидроизоляция стен и отмостка дворовой части отсутствуют.
4. Кладка стен помещений имеет многочисленные повреждения в виде выкрашивания кирпича и вывалившихся камней, разрушения подошвы фундаментов.
5. На поверхности стен помещений обнаружены большие скопления минеральных веществ, происхождение которых имеет искусственный характер, а их действие оценивается как разрушительное.

Суммируя вышеизложенное обследованное здание следует признать аварийным и подлежащим сносу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. «Правила обследования несущих конструктивных элементов зданий и сооружений» СП-13-102-2003
2. *Рыбьев И.А.* Строительное материаловедение. Москва, «Высшая школа», 2003 г.
3. *Камсков В.П., Козлов В.В.* Гидроизоляционные материалы. Научное обозрение, Москва, 2014г.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гидроабразивная резка представляет собой процесс воздействия на материал высокоскоростной струи воды, смешанной с абразивом. Принцип действия этого вида резки заключается в том, что поток воды, проходя через отверстие диаметром 0,2...0,8 мм, разгоняется до скорости порядка 300...900 м/с, смешивается с абразивом и под высоким давлением (200...600 МПа) направляется на разрезаемую поверхность. В момент столкновения с материалом кинетическая энергия струи преобразуется в механическую энергию микроразрушения обрабатываемого материала, и происходит резание.

Резке данным способом подвергаются разные материалы (черные и цветные металлы и сплавы, керамика, стекло, натуральный камень, пластмассы и др.), но наибольший интерес представляет гидроабразивная резка металлов.

Преимуществами гидроабразивной резки по сравнению с другими видами (газокислородной, плазменно-дуговой, лазерной) являются: низкая рабочая температура в зоне реза (60...90 °С), отсутствие термического воздействия на материал, низкий коэффициент расхода материала (ширина реза 0,2...3 мм), большие толщины разрезаемых заготовок (до 300 мм и более), отсутствие воздействия на химический состав легированных сталей, возможность резки тонколистовых материалов в пакете из нескольких слоев, высокая безопасность процесса вследствие отсутствия воспламеняющихся и взрывоопасных веществ, экологичность процесса, высокое качество обработанной поверхности, зачастую не требующей дополнительной механической обработки и т.д.

В качестве абразива применяется гранатовый песок. Гранаты - обширная группа минералов, относящихся по химическому составу к так называемым ортосиликатам.

В группе гранатов выделяют разные минеральные виды, из которых при гидроабразивной резке применяется железисто-алюминиевый гранат - алмадин. Это минерал вишнево-красного цвета, обладающий высокой твердостью - 7...8 по шкале Мооса, высокой средней плотностью - 4,1...4,3 г/см³, очень высокой устойчивостью к разрушению, отсутствием токсичности по отношению к человеку и окружающей среде. Главными производителями гранатового песка являются Индия, Австралия, Южная Африка, Чехия. Мы исследовали гранатовый песок

одного из основных российских поставщиков ЗАО «Р-Гарнет», который является разработчиком ТУ на гранатовый абразив.

Путем дробления горной породы получают разные по крупности частицы с острыми гранями. Для гидроабразивной резки используется песок с размерами частиц 180...300 мкм. Примерный химический состав гранатового песка (фирма Garnet «MICROBLAST»), % по массе: SiO_2 – 31,00 %, Al_2O_3 – 21,60 %, Fe_2O_3 – 37,00 %, MgO – 7,40 %, CaO – 1,84 %, TiO_2 – 0,55 %, а также хлориды, Na_2O , K_2O , MnO_2 , P_2O_5 и др. По минеральному составу данный песок на 96,9 % состоит из граната, 2,4 % приходится на ильменит, 0,4% – на кварц.

В результате процесса гидроабразивной резки образуются отходы в виде шлама, содержащего гранатовый песок, частицы разрезаемого материала и воду. Шлам обезвоживается, а сухой остаток складывается на предприятии. **Целью** нашей работы является исследование состава и свойств отходов гидроабразивной резки металлов и оценка возможности использования их в производстве строительных материалов.

Одна установка гидроабразивной резки средней мощности (Water Jet Sweden NC3015) дает примерно 200 г сухой части отходов в минуту. Работает установка круглосуточно, и полезное время работы составляет 70...80% (остальное - переналадка, чистка и проч.). Ввиду явных преимуществ гидроабразивной резки перед другими видами, ее доля в сфере резки металлов будет возрастать, а следовательно, будет возрастать и количество образующихся отходов. Это ставит перед предприятиями задачу складирования и утилизации отходов.

В своей работе мы исследовали отходы гидроабразивной резки черных металлов предприятия ООО «СК Модуль» (Химки). Получены следующие результаты: истинная плотность – $3,7 \text{ г/см}^3$, насыпная плотность – $2,2 \text{ г/см}^3$. Гранулометрический состав был определен на стандартных ситах для песка, а фракция менее 0,16 мм была просеяна через сито 008.

Результаты определения гранулометрического состава таковы: остатки на ситах от 0,63 до 5 мм отсутствуют. На сите 0,315 полный остаток составил 1,6 %, на сите 0,16 мм 70,5 %. Проход через сито 0,16 – 27,1 %. Таким образом, по зерновому составу данные отходы относятся к очень мелким, практически монофракционным пескам с большим содержанием пылевидной фракции.

Пылевидная фракция была просеяна через сито 008, и остаток на нем составил 31 %. То есть 69 % частиц пылевидной фракции имеют размеры менее 80 мкм, что соизмеримо с размерами частиц портландцемента. Предположительно, пылевидная фракция состоит из частиц разрезаемого металла

Микроскопическое исследование показало отличия гранатового песка в отходах по сравнению с исходным материалом: несмотря на высокую твердость и устойчивость к разрушению, у некоторых частиц изменился размер зерен, форма стала более округлой, появился другой характер поверхности.

Другие песчинки разрушаются с образованием более мелких частиц остроугольной формы, появляются новые абразивные грани. За рубежом гранатовый абразив иногда используют повторно, вновь возвращая в производство.

Со стороны химического состава в отходах по сравнению с исходным абразивом увеличивается количество оксида железа за счет продуктов разрушения разрезаемого металла. По содержанию железа они не уступают пиритным огаркам и другим железосодержащим отходам промышленности.

Наши исследования и данные из других источников позволяют отнести отходы гидроабразивной резки металлов к отходам 5-го класса опасности, то есть неопасным. Нами начаты работы по исследованию возможностей использования данных отходов в следующих направлениях:

- в качестве отошающей добавки в производстве строительной керамики;
- в качестве добавки-плавня в производстве керамики;
- в качестве железосодержащей добавки в производстве портландцементного клинкера;
- в качестве наполнителя в строительных растворах общего назначения;
- в качестве наполнителя в специальных растворах;
- в качестве пигмента для окраски строительных материалов.

Ознакомление с литературой по использованию отходов не дает информации по применению отходов гидроабразивной резки, что может быть, в частности, связано с отсутствием интереса к отходам, образующимся в небольших количествах.

Считаем необходимым изыскивать возможности использования не только так называемых многотоннажных отходов промышленности, но и отходов, образующихся в умеренных количествах, что также вносит свой вклад в решение проблемы ресурсосбережения и охраны окружающей среды.

*Студенты магистратуры 1 года обучения 31 группы Заяфаров А.В.,
Власенко В.А.*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.Д. Жуков

СИСТЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ДОМА

Энергоэффективные дома (дома с пониженным энергопотреблением, «нулевые» дома, passive house) пока не являются фактором массовой застройки в нашей стране, но уже широко возводятся в странах Евросоюза, в Норвегии, Канаде и США.

В США стандарт энергоэффективного здания «ENERGY STAR® for New Homes» популяризирует энергоэффективный способ работ в сфере домостроения. Это позволяет строить менее энергозатратные (на 30 %) новые здания [1].

В Канаде разработан стандарт The Model National Energy Code of Canada for Buildings 1997 (MNECB). В этом документе указаны требования к энергосбережению новых строений. Наиболее строгие требования в MNECB установлены для вводимых в эксплуатацию новых зданий на территории этой страны [1].

В России строительство подобных домов осуществляется в рамках 185-ФЗ. Сейчас построено 136 домов и еще 6 строится. Лидером является Северо-Западный округ – там построено 47 домов [1].

Уровень энергопотребления подобных домов (как правило коттеджей) не должен превышать 80 кВт/м^2 , в то время как для классического современного коттеджа он составляет от 150 кВт/м^2 и выше [1]. Теплотери такого дома минимальны, в то время как обычный дом «отопливает» улицу (рис. 1).

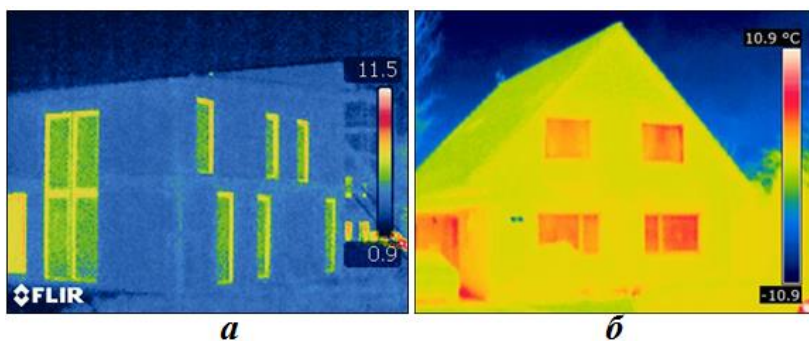


Рис. 1. Потери тепла в энергоэффективном (а) и обычном доме (б)

Создание подобных домов преследует две цели:

- снижение энергопотребления вплоть до полной независимости от внешних источников энергии (газа, электричества и т.п.);
- создание среды повышенной комфортности в помещениях.

Проект энергоэффективного дома предполагает решение следующих групп задач [2, 3]: архитектурной, конструкционно-строительной и инженерной.

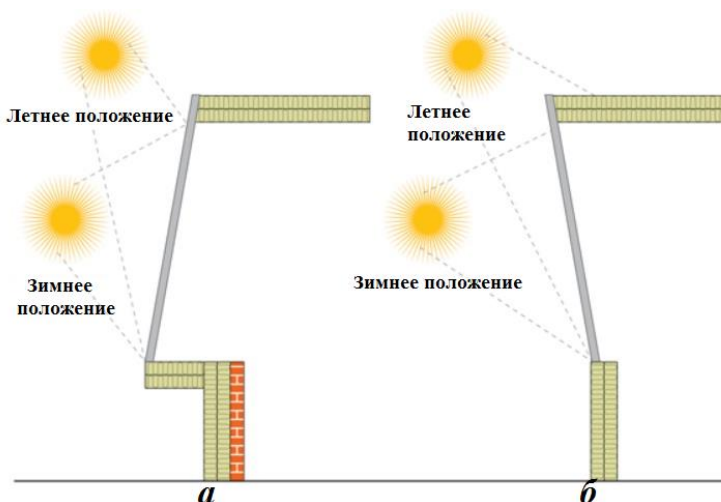


Рис. 2. Геометрия фасада и ориентация окна: а – угол наклона к горизонту 83° ; б – угол наклона к горизонту 100°

Архитектурная компонента (рис. 2) включает ориентировку дома относительно максимальной освещенности и преобладающих на местности ветров; ориентацию фасадов с учетом максимальной инсоляции; оптимизированную планировку помещений, в том числе планировку комнат и обязательное наличие входных тамбуров.

Инженерная компонента (рис. 3) предполагает использование современных систем обогрева: котлов с повышенным коэффициентом полезного действия; тепловых насосов («качающих тепло из земли»); автоматизированного контроля систем освещения, кондиционирования воздуха, то есть «систем» умного дома. Для регионов с высокой инсоляцией эффективным является применение солнечных батарей.

Конструкционно-строительная компонента является наиболее ответственной с той точки зрения, что реализация проекта осуществляется в процессе строительных работ [4, 5]. Основой конструктивных решений являются строительные системы изоляции фасадов, кровли и фундаментов, а так же системы энергоэффективного остекления на основе

многокамерных стеклопакетов, теплосберегающих окладов с внутренним вентилированием и пр.



Рис. 3. Схема отопления и горячего водоснабжения (ГВС)

Энергоэффективные дома комфортны и экологически благоприятны для человека. Коттеджи с энергопотреблением, близким к нулевому удобные и современные типы зданий. В этих зданиях с помощью компьютерной системы контроля поддерживаются оптимальные тепловлажностные параметры и чистота воздуха. Так как люди около 60 % своего времени проводят в помещениях, необходимость в таких домах является объективной реальностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Источник: Сайт ПРТЕРЕМ: <https://www.proterem.ru/>
2. Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолГАСУ. 2014. № 4 (35). С. 3.
3. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu.V. Insulation systems of the building constructions / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604027>.
4. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu., Romanova I. P., Zelenshikov D.B., Smirnova T.V. The systems of insulation and a methodology for assessing the durability. / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604036>.
5. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., Naumova N.V., Chkunin A.S. Composite wall materials // «Italian Science Review». Issue 2 (11); February 2014. P. 155–157

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Увеличение интенсивности движения транспорта и возросшие нагрузки на дорожное полотно приводят к росту пластических деформаций в летнее время и образованию трещин в зимнее у дорожных асфальтобетонных покрытий. Снижение эксплуатационных характеристик и долговечности в свою очередь обуславливает необходимость более частого проведения ремонтных работ.

Для этой задачи наиболее широко применяется холодный асфальтобетон. От горячих асфальтобетонов его отличает возможность круглогодичного проведения строительных и ремонтных работ в условиях низких температур до -20°C , что особо актуально для РФ и других стран со схожими климатическими условиями. Потребительские свойства холодного асфальтобетона не изменяются при транспортировке на дальние расстояния (до 8 месяцев), что позволяет снизить энергозатраты. Немаловажным фактором является нанесение минимально возможного вреда окружающей среде при укладывании смеси в сравнении с горячим способом укладки, в процессе которого происходит выделение токсичных канцерогенных углеводородных соединений, пагубно воздействующих на экологическую обстановку и вызывающих профессиональные заболевания у рабочих.

Снижение негативного влияния на окружающую среду является одной из мировых тенденций наряду с развитием энергоэффективных технологий, применением биопозитивных материалов и вовлечением отходов в производство. Эти аспекты закреплены в «Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года» распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 мая 2016 г.

Одним из путей улучшения качества холодных асфальтобетонных смесей является повышение уплотняемости и сокращение сроков формирования их структуры за счет использования в их составе различных добавок. В связи с этим, актуально рассмотрение, сравнение и изучение эффективности влияния ряда добавок на примере: АЗОЛ 8030, АСФАКОЛ, ДАД-1, КАДЭМ-ВТ – на свойства асфальтобетонов.

Исследуемые холодные асфальтобетонные смеси типа Б_х были приготовлены в соответствии с ГОСТ 8267-93, ГОСТ-31424-2010, ГОСТ 22245-90, ГОСТ 9128-97. Для каждой использовались горные породы кислой природы, такие как: щебень гранитный фр. 5-10 мм, песок из

отсево́в дробле́ния гранитный фр. 0-5 мм, кварцевые пески и другие минеральные материалы. В качестве вяжущего был выбран битум БНД 60/90, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 11955-82.

В полученную композицию вводились:

1. АСФАКОЛ – смесь высококипящих фракций растворителей, адгезионной присадки и полимеров, в составе модифицированного вяжущего 30% [3].

2. АЗОЛ 8030 – смесь высококипящих фракций керосина, дизельного топлива и адгезионной присадки, в составе модифицированного вяжущего 30% [3].

3. ДАД-1 – катионоактивная ПАВ, основой для ее получения служат натуральные жирные кислоты животного и растительного происхождения, не имеет резкого запаха и согласно ГОСТ 12.1.007-76 относится к IV классу (малоопасные продукты) [4].

4. КАДЭМ-ВТ – адгезионная присадка для разжиженного вяжущего, аминное соединение (катионный адгезив – эмульгатор высокотемпературный), выпускается в соответствии с техническими требованиями стандарта ТУ 2482-009-0470 6205-03, основой является кислоты растительного или животного происхождения, например олеиновая, содержание относительно смеси 0,015-0,025% [5, 6].

Модифицированные добавками смеси подвергались испытаниям по ГОСТ 12801-98 в прогретом состоянии по следующим показателям: водонасыщение, предел прочности при сжатии сухих и водонасыщенных образцов, коэффициент водостойкости (табл. 1).

Таблица 1

Физико-технические показатели добавок

	АСФА-КОЛ	АЗОЛ 8030	ДАД-1	КАДЭМ-ВТ
Водонасыщение, %	6,85	6,16	5,60	5,70
Коэффициент водостойкости после прогрева	0,71	0,77	0,88	0,94
Предел прочности при сжатии сухого образца, МПа	1,4	1,3	1,73	2,81
Предел прочности при сжатии водонасыщенного образца, МПа	1	1	2,2	2,49

По результатам испытания добавки ДАД-1 и КАДЭМ-ВТ имеют более низкое водонасыщение по сравнению с АСФАКОЛ и АЗОЛ 8030, а также почти дважды больший предел прочности при сжатии сухого и водонасыщенного образцов.

Установлено, что показатели смесей содержащих в своем составе добавки АСФАКОЛ и АЗОЛ 8030 схожи по своим значениям, причем смесь, модифицированная АЗОЛ 8030, обладает более высокими показателями.

Самый высокий предел прочности при сжатии как сухого, так и насыщенного водой образцов показала смесь с добавлением КАДЭМ-ВТ. Самое низкое водонасыщение имеет смесь, модифицированная ДАД-1.

Таким образом, добавки в составе холодного асфальтобетона типа Б_х улучшают его физико-технические свойства и отвечают требованиям ГОСТ 9128-97.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ковалев Я.Н., Кравченко С.Е., Шумчик В.К.*. Дорожно-строительные материалы и изделия : учебно-методическое пособие. Минск, Москва: Новое знание, ИНФРА-М, 2015. -629 с.
2. *Смирнов А.В., Подольский В.П., Глагольев А.В., Поспелов П.И.* Строительство автомобильных дорог. Дорожные покрытия : учебник для студ. Учреждений высш. проф. образования. — 2-е изд., испр. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 304 с.
3. *Ядыкина В.В.* Влияние добавок на свойства холодных асфальтобетонов // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова - 2016. №9. С. 53-57.
4. *Гридчин А.М., Ядыкина В.В., Высоцкая М.А., Якимович И.В.* Эффективность применения адгезионной добавки ДАД-1 // Строительные материалы. – 2009. - №7.-С.12-14.
5. *Илиополов С.К.* Модифицированная холодная асфальтобетонная смесь для ремонта дорожных покрытий // Известия вузов. Строительство. – 2009. - №6 – С. 49-54.
6. *Tkach E.V.* Develop an efficient method for improving hydrophysical properties of aerated concrete using industrial waste// Procedia Engineering. 2016. T. 153. С. 761-765.

*Студенты 2 курса 19 группы ИСА Инсафутдинов А.Р., Узиков А.И.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. М.Б. Каддо*

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛА

В настоящее время одной из главных проблем общества является снижение энергетических затрат. Большая доля затрачиваемой энергии расходуется на поддержание необходимого теплового режима в жилых

и промышленных зданиях, трубопроводах и т.д. Основная экономия энергии достигается с помощью устройства тепловой изоляции. Для этого необходимы эффективные теплоизоляционные материалы. Но выбрать какой-либо «наилучший» теплоизоляционный материал, пожалуй, невозможно, учитывая, что оценка эффективности материала со временем меняется. В этом отношении очень характерна история применения пеностекла.

Пеностекло - теплоизоляционный материал, представляющий собой вспененную стекломассу, природным аналогом которого является пемза. Его технология была разработана еще в тридцатые годы прошлого столетия советскими учеными МХТИ им. Д.И. Менделеева под руководством И.И. Китайгородского. По структуре пеностекло на 85...90 % состоит из мелких замкнутых пор, стенки которых состоят из стекла.

Таблица 1

Химический состав пеностекла, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	SO ₃
60 - 73	1 - 3	4,4 - 6	1,5 - 2,5	12,5 - 16	0 - 2,5	0,5

Сырьем для пеностекла может служить стеклобой, размалываемый вместе с газообразователем (сажа, графит, кокс) в количестве 1...3 % от массы стекла. В качестве газообразователя могут быть использованы и карбонатные горные породы (мел, мрамор, доломит). Шихта засыпается тонким слоем в керамические формы и направляется в печь с температурой 800°C.

Тонкодисперсная равномерно распределенная добавка при этой температуре образует углекислый газ, который дополнительно поризует стекломассу. При этом образуются сферические поры размером 1...3 мм, разделенные тонкими (несколько микрон) стеклянными перегородками.

При снижении температуры пористая структура фиксируется. Пеностекло после отжига разрезается на плиты и фасонные изделия с помощью твердосплавных пил. Вид газообразующей добавки определяет структуру пеностекла.

При использовании карбонатных добавок получается пеностекло светлой окраски с сообщающимися порами и, как следствие, с высоким водопоглощением. Углеродистые добавки придают пеностеклу темный окрас с закрытой однородной по размеру пористостью и очень низким водопоглощением (1...2 %).

Пеностекло устойчиво к воздействию кислот, не слеживается и не боится грызунов, а за счет своей прочности служит как теплоизоляционно-конструкционный материал, что позволяет сэкономить средства на несущих конструкциях. Такая совокупность показателей обеспечи-

вадет высокую долговечность изоляции из пеностекла. Следует особо подчеркнуть абсолютную негорючесть пеностекла, и при нагреве не выделяет никаких вредных веществ.

Таблица 2

Свойства пеностекла

Свойство	Ед. измер.	Значение
Средняя плотность, не более	кг/м ³	200
Диапазон рабочих температур	°С	от - 260 до + 480
Теплопроводность при температуре 25°С, не более	Вт/м·К	0,07
Предел прочности при сжатии, не менее	МПа	0,7
Водопоглощение (по объему), не более	%	5
Морозостойкость	циклы	100
Звукоизоляция, не менее	Дб	56

Благодаря шероховатой поверхности пеностекло хорошо сцепляется как с минеральными (цемент, гипс), так и с органическими (битум, синтетические смолы) вяжущими. Оно клеится мастиками, хорошо удерживает штукатурку и может крепиться строительными растворами. Уникальная совокупность свойств пеностекла позволяет отнести его к лучшим теплоизоляционным материалам и применять его достаточно широко. Основной областью применения может быть его использование в промышленном, строительном и жилищно-коммунальном комплексах, а также в сельском хозяйстве и индивидуальном строительстве, где важно сочетание его экологической чистоты, инертности (стойкости) к агрессивным средам, высокая коррозионная устойчивость, и теплоизоляционные свойства. Идеально подходит для применения в условиях Крайнего Севера и на объектах атомной энергетики. Во всех вышеуказанных областях пеностекло поможет увеличить надежность конструкций и сэкономить средства. В качестве изоляции кровельных конструкций и стен пеностекло использовалось во многих уникальных сооружениях различных стран мира, в том числе и в России: спорткомплекс "Олимпийский", Ледовый Дворец на Ходынском поле в Москве, Капитолий и здание ООН (США), аэропорт Шарль де Голь (Франция) и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков.* Оценка качества строительных материалов. М.: "Студент", 2012

*Студентки 2 курса 13 группы ИСА Кочергина О.Д., Грезева А.С.,
Капканова В.В.*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. М.Б. Кадров

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Инновационные материалы широко востребованы в современном строительстве. К ним можно отнести материалы с добавлением различных по своей природе волокон и отходов производства.

Волокна используются при производстве теплоизоляционных материалов и для дисперсного армирования.

Дисперсное армирование бетонов и пенобетонов позволяет увеличить прочность на изгиб и растяжение. В качестве вводимых волокон используются как неорганические (металлические, стеклянные, базальтовые), так и органические (кокосовое, льняное, джутовое). Всё это повышает стоимость бетона, что связано с самим изготовлением и подготовкой волокон.

Дисперсное армирование исключает использование сварной арматуры. При твердении цемента образуется щелочная среда, в которой могут частично растворяться вещества растительного волокна, что ведет к уменьшению прочности бетона. Компоненты растительных волокон могут оказывать угнетающее действие на формирование структуры цементного камня. Сравним свойства и состав разных растительных волокон, которые используются как сырье для производства композитов (табл. 1).

Ширина клетки льняного волокна составляет 15...18 мкм, сизальтового – 20...30 мкм, джутового 20...23 мкм, кокосового – 5...8 мкм.

Механическую прочность растительных клеточных оболочек определяет наличие целлюлозы и лигнина, которые не оказывают вредного влияния на процесс твердения цемента и являются достаточно стойкими веществами. При твердении гемицеллюлоза, состоящая из сложных органических веществ (полисахаридов), в щелочной среде, которой является цементный раствор, переходит в водорастворимые сахара. Из приведенных данных следует, что кокосовое волокно наиболее пригодно для применения в качестве высококачественного сырья для изготовления дисперсно-армированного пенобетона, т.к. имеет высокое удлинение и малое содержание гемицеллюлозы.

Для России актуально использование льняных волокон и отходов переработки льна. Так, например, костра применяется в строительных панелях, удобрениях, подстилке для животных, цветочных субстратах.

Широкому использованию растительных волокон препятствует следующее: погодные условия и используемые технологии влияют на качество волокон; перед промышленной переработкой нужна сушка; необходимы обработки и применение адгезионных добавок, если волокна применяются совместно с полимерами.

Таблица 1

Свойства и состав кокосового, джутового, сизальтового и льняного волокон

Состав и свойств волокна	Кокосовое	Сизальтовое	Джутовое	Льняное
Состав, %				
- целлюлоза	43,2 – 44,2	65	64	64
- гемицеллюлоза	8,92 – 11,34	12	10	17
- лигнин	35,1 – 40,6	11	26	2
- зола и др.	5,2 – 6,1	12	4	17
Физико – механические показатели:				
- прочность при растяжении, МПа	≤200	≤ 500	≤ 300	≤ 1000
- удлинение волокна при растяжении, %	15 – 20	3	1,7	1,8 – 2,2
- истинная плотность волокна, кг/м ³	1450	1460	1500	1540
Параметры волокна:				
- длина, мм	50 – 70	100 – 130	180 – 300	40 – 50
- длина клетки, мм	0,4 – 0,5	1,3 – 5,0	2,2 – 2,5	25 - 30

Одним из направлений применения льна в строительстве является производство теплоизоляционных плит из льна (табл. 2). В процессе эксплуатации данного материала проявляются такие преимущества как биостойкость, низкая плотность (до 35 кг/м³), паропроницаемость (0,4 мг/м·ч·Па), высокий показатель коэффициента звукопоглощения (0,98), кроме того материал не проводит электрический ток.

Срок службы плит из льна составляет более 75 лет, так как данный материал не подвержен гниению, не дает усадку и устойчив к образованию плесени. Льняное волокно обладает высокими теплоизоляционными свойствами, находящимися в пределах 0,034 — 0,043 Вт/м·К. Использование органических сельскохозяйственных отходов актуально для производства теплоизоляционных строительных материалов, пенобетонов и газобетонов с улучшенными свойствами.

Таблица 2

Изделия на основе льна

Наименование, производитель	Особенности, сфера применения	Вес, параметры	Цена, руб.
Экотерм, Беларусь	Универсален для разных видов конструкций. Исключение – использование в качестве основы под цементную стяжку. Гарантируют превосходную изоляцию, т.к. плиты плотно прилегают друг к другу.	8,64 м ² (12 шт. 600х1200 х50 мм)	1700
Лен сантехнический, Россия	Длинное очищенное волокно. Подходит для герметизации резьбовых соединений.	0,01 г	1000
ТермоЛЕН, Россия	Льняной межвенцовый утеплитель. Подходит для каркасного строительства. Не содержит вредных примесей. Выпускается в плитах в рулонах	275 м ²	1490
Пакля строительная Ставр, Россия	Для утепления деревянных домов, конопатки швов. Выпускается в кипах.	30 кг	1800

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков.* Оценка качества строительных материалов. Под общей редакцией профессора К.Н.Попова. Москва "Студент", 2012
2. *Тан Нган Нгуен, Хиен Донг Нгуен.* Прогрессивный материал для строительства зданий// Материалы второй международной научно-практической конференции молодых ученых аспирантов и докторантов. М., 2004

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

На современном этапе развития строительной индустрии можно выявить несколько главных тенденций, которые можно назвать общемировыми и которые непосредственно влияют на требования к строительным материалам. Современный конкурентоспособный материал должен быть экономичным, экологичным, обладать стабильным составом и свойствами, быть удобным в применении, а также соответствовать требованиям международной нормативной документации. Именно поэтому все большую популярность обретают многокомпонентные приготовленные в заводских условиях сухие строительные смеси, а разработка наиболее эффективных, безопасных и экономичных сухих составов является перспективным направлением исследования. В свою очередь использование бытовых и промышленных отходов в производстве строительных материалов способствует снижению их себестоимости, модернизации производства и вносит вклад в улучшение экологической обстановки региона.

В России главным нормативным документом в области обращения с отходами является Федеральный Закон №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Существующая редакция выделяет наиболее приоритетное направление политики: максимальное использование исходных сырья и материалов, а также сокращение образования отходов и снижение класса опасности отходов в источниках их образования. Данный закон стимулирует предпринимателей путем понижения размера платы за негативное воздействие на окружающую среду при внедрении ими малоотходных технологий [1].

Перечень отходов в соответствии с Федеральным классификационным каталогом (учрежден Постановлением Правительства РФ от 26.10.2000 N 818 «О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведении паспортизации опасных отходов») можно разделить на 5 классов опасности. В данной статье я буду использовать отраслевую классификацию отходов. Она включает промышленные и твердые бытовые отходы.

К промышленным относятся отходы (ПО) [3, 4]:

- топливной промышленности (золы уноса, шлам, алюмосиликатные микросферы);
- металлургической промышленности (шлаки, шламы);

- горнодобывающей промышленности (мраморная крошка и т.п.);
- химической промышленности (стекло, латексные краски);
- деревообрабатывающей промышленности (опилки);
- пищевой промышленности (рисовая шелуха);
- строительной промышленности (асбестоцементные отходы).

К твердым бытовым отходам (ТБО) можно отнести[2]:

- бутылочное стекло;
- резину (преимущественно, шин);
- пластмассы;
- золы от сжигания твердых бытовых отходов;
- макулатуру и др.

Существует большое количество статей и различных работ, посвященных применению отходов в строительной области, обобщая их, можно выделить три основных пути применения отходов при производстве цементных систем: частичная замена цемента; заполнители или наполнители; активные добавки [5, 6].

Преимуществами использования золы-уноса и гранулированного доменного шлака в качестве активной минеральной добавки и частичной замены цемента в сухих строительных смесях являются:

- наличие нормативной базы, регламентирующей качественные показатели зол-уноса и гранулированных доменных шлаков;
- сравнительная доступность и невысокая стоимость данных типов отходов на территории России;
- экологическая безопасность (относятся к малоопасным отходам, IV класс опасности в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов и Федеральным законом "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ);
- многолетняя практика использования в цементных системах;
- возможность снижения себестоимости конечного продукта без потери качества, а также достижения определенных характеристик (повышенная стойкость к воздействию агрессивных сред, пониженное тепловыделение при гидратации).

Недостатком этих типов отходов являются значительные вариации состава отхода в зависимости от типа используемого топлива и технологии на производстве.

В Российской Федерации использование зол уноса и гранулированных доменных шлаков регулируется системой ГОСТ (ГОСТ 3476-74), а в Европе нормами EN (EN 15167-1-2009). Российский производитель в основном ориентируется на ГОСТ, однако для соответствия продукции международным стандартам необходимо иметь представление о различиях в нормативах.

Гранулированные доменные шлаки и золы-уноса являются наиболее распространенными отходами промышленного производства, применяемыми в цементных системах, показатели их качества регламентируются нормативными документами и в РФ, и в ЕС, которые содержат ряд существенных отличий. Европейские нормы в целом предъявляют более строгие требования к качеству отходов для применения в цементной промышленности.

Гранулированные доменные шлаки и золы-уноса российского производства характеризуются значительными вариациями химического состава и степени влияния на характеристики портландцемента в зависимости от типа используемого топлива и технологии на производстве, что требует пересмотра требований нормативной документации в части обеспечения стабильности их химического состава и свойств.

Многие твердые бытовые и промышленные отходы могут быть использованы в качестве наполнителей и пуццолановых добавок в сухих строительных смесях, однако на данный момент нет четкой нормативной базы, регулирующей их применение, проблемой является и удаленность многих заводов производителей сухих строительных смесей от источников отходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ (последняя редакция)
2. *Tongsheng Zhang*. Effectiveness of novel and traditional methods to incorporate industrial wastes in cementitious materials—An overview. // *Resources Conservation and Recycling*, 2013. P 134-143.
3. *Иноземцев А.И., Королев Е.В.* Полые микросферы – эффективный наполнитель для высокопрочных легких бетонов // *Промышленное и гражданское строительство*, 2013. С. 80-83.
4. *Ковальский, В. П.* Применения красного бокситового шлама в производстве строительных материалов // *Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры*, 2005, № 1(49). С.55-60.
5. *Пузанов С.И.* Особенности использования материалов на основе стеклобоя как наполнителей портландцементного бетона // *Строительные материалы*, 2007. С. 12-14.
6. *Староверов, В.Д.* Золы ТЭС в цементах и бетонах // *СПбГАСУ: сб. научных трудов студентов, аспирантов и молодых ученых победителей конкурсов 2010 г. Вып. 6. - СПб.: СПбГАСУ, 2011. С. 37-47.*

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МОСТОСТРОЕНИИ

Композитными называют материалы, состоящие из двух или более химически разнородных фаз, смешанных с целью получения нового материала, обладающего оптимальными физико-химическими свойствами, отличными от свойств фаз [1].

Быстрый прогресс в технологии и материаловедении привел к появлению полимерных композитных материалов (ПКМ), состоящих из полимерной матрицы и фазы армирующих волокон. Благодаря хорошим прочностным свойствам, низкой плотности и невысокой стоимости производства такие материалы способны обеспечить безопасность, экономичность и функциональность мостовых конструкций [2]. При строительстве мостов ПКМ находят основное применение в качестве композитной арматуры несущих конструкций, пешеходных мостов, мостовых настилов. Перспективной областью применения этих материалов являются вантовые тросы и быстровозводимые мосты.

Возможны различные типы укладки волокон: гладкая, переплетенная и запутанная (рис. 1). Кроме того, для модификации механических свойств возможна укладка волокон в пересекающихся направлениях.



Рис. 1. Гладкий (а), переплетенный (b) и запутанный (с) типы укладки армирующих волокон.

В настоящее время в мостостроении наиболее часто применяются ПКМ на основе стеклянных, углеродных и арамидных волокон [3].

Стекловолокно представляет собой нити диаметром $3 \div 24$ мкм, отлитые из расплавленного стекла. Для армирования полимерной матрицы могут использоваться как отдельные нити различной длины, так и ткани. К недостаткам стеклянных волокон относится низкий модуль Юнга, малая устойчивость по отношению к влаге и щелочам, низкий предел прочности при длительно действующей нагрузке.

Углеродные волокна получают в результате процесса контролируемого пиролиза органического прекурсора. В качестве прекурсора наиболее часто используется полиакрилонитрил. Углеродные волокна имеют более высокие модуль упругости и усталостную прочность, чем

стекловолокно (табл. 1). Благодаря этим свойствам ПКМ армированные углеродными волокнами имеют наибольшие перспективы использования, главным недостатком является высокая стоимость получения этого материала.

Арамидные, или ароматические полиамидные волокна получают экструзией раствора ароматического полиамида через нагретый цилиндр. Оставшиеся волокна вытягивают в продольном направлении, благодаря чему происходит ориентация полимерных цепей и увеличивается прочность волокна. Арамидные волокна имеют высокую статическую, динамическую и ударную прочность. К недостаткам относятся низкая прочность на сжатие, низкий предел прочности при длительно действующей нагрузке, чувствительность к УФ-излучению.

Таблица 1

Свойства стеклянных, углеродных и арамидных волокон [3]

Свойство	Волокна		
	стекло	углерод	арамид
Плотность ρ [г/см ³]	2.60	1.8	1.44
Модуль Юнга E [ГПа]	72	230	1.12
Прочность на разрыв R_m [МПа]	1.72	2.48	2.27
Максимальное растяжение [%]	2.40	11.00	2.30

В качестве матричного компонента могут быть использованы как термопластичные, так и термореактивные полимеры. Хотя термопластичные полимеры могут быть вторично переработаны простым нагреванием-охлаждением, они имеют невысокие прочностные свойства, поэтому используются редко. В качестве матрицы для ПКМ применение находят такие термопласты как нейлон, полипропилен, полипропилен-сульфид. Однако в настоящее время в ПКМ чаще используются более прочные реактопластичные полимеры: полиэферы, эпоксидные смолы, полифенолы. Общим недостатком всех полимерных матриц является их низкая устойчивость к УФ-излучению, что решается добавлением специальных защитных аддитивов в состав ПКМ.

Одно из основных преимуществ ПКМ заключается в их низкой плотности – от 1.2 до 1.8 г/см³ для большинства материалов, в то время как плотность стали составляет 7.8 г/см³. Это ведет к уменьшению нагрузки на несущие элементы, легкости сборки и транспортировки конструкций, и как следствие, удешевлению строительства объекта [4].

На основе ПКМ возможно строительство как гибридных мостовых структур, состоящие из комбинации композитных и классических материалов, так и цельно композитных объектов.

Наиболее распространенные гибридные мосты представляют собой конструкции, состоящие из стальных или бетонных балок и настила из ПКМ. Строительство мостов с балками из ПКМ и настила из классических материалов встречается реже, хотя такие примеры тоже существуют. Цельно-композитные конструкции в настоящее время применяются в основном при возведении пешеходных мостов. Хотя в РФ ведутся работы по разработке технологий изготовления и проектирования пешеходных композитных мостов [5], вопросам разработки и применения материалов из ПКМ для автомобильных и железнодорожных мостов уделяется меньше внимания.

Разработка новых и совершенствование существующих методов производства ПКМ несомненно, позволит осуществлять возведение мостов более быстро, экономично и надежно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Chawla K.K.* Composite Materials. New York, NY: Springer New York, 2012.
2. *Keller T.* Material-tailored use of FRP composites in bridge and building construction // CIAS Int. Semin. 2007 Cyprus. 2007. P. 319–333.
3. *Potyrala P.B.* Use of Fibre Reinforced Polymer Composites in Bridge Construction. State of the Art in Hybrid and All-Composite Structures. / Composite Material // Polytechnic University of Catalonia. Barcelona, 2011. [Electronic resource]
4. *Гиль А.И., Бадалова Е.Н., Лазовский Е.Д.* Стеклопластиковая и углепластиковая арматура в строительстве: преимущества, недостатки, перспективы применения. / Гиль А.И., Бадалова Е.Н., Лазовский Е.Д. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: 2015. № 16. С. 48-53.
5. АпАТЭК — Прикладные перспективные технологии [Electronic resource]. URL: <http://www.apatech.ru/> (accessed: 04.03.2017).

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Композиционными принято называть искусственно созданные материалы, состоящие из пластичного связующего компонента – матрицы и жесткого упрочняющего наполнителя и обладающие новыми свойствами по сравнению с составляющими. В полимерных композиционных материалах (далее ПК) матрица образована из термореактивных или термопластичных полимеров. [1].

Учитывая особенности эксплуатации строительных объектов (действие нагрузок различного вида, атмосферные воздействия и т. д.), в ПК строительного назначения для создания матрицы используют только термореактивные смолы, а в качестве армирующего наполнителя – волокнистые материалы с высокой прочностью и жесткостью при растяжении. При отверждении термореактивных смол образуются поперечные межцепные связи, и формируется трехмерная сетчатая структура реактопласта, достаточно устойчивая к различным внешним воздействиям.

Матрица в ПК представляет собой непрерывную фазу, придающую материалу монолитность и обеспечивающую передачу и распределение усилий в армирующем наполнителе. Материал матрицы определяет тепло-, влаго-, огне- и химическую стойкость ПК. Из термореактивных полимеров для получения ПК используют ненасыщенные полиэфирные, эпоксидные, винилэфирные и фенольные смолы.

Для облегчения процесса изготовления изделий, повышения эксплуатационных свойств и удешевления ПК в состав связующего вводят пластификаторы, отвердители, стабилизаторы УФ-излучения и озона, ингибиторы горения, пигменты, наполнители в виде порошков или микроволокон и другие добавки.

Определяющее влияние на механические свойства и экономичность ПК оказывает армирующий наполнитель, в качестве которого используют волокнистые материалы минеральной природы. Одни из них давно известны и выпускаются в больших объемах, как например стекловолокно и изделия из него. Массовое производство других в РФ только разворачивается, и стоят они достаточно дорого.

Армирующий наполнитель обеспечивает ПК высокую прочность при растяжении, особенно у армированных в одном направлении изделий, таких как композитная полимерная арматура и пултрузионные профили. Так, в зависимости от вида волокна: стеклянное или углеволокно - предел прочности при растяжении арматурных стержней пре-

вышает 1000 МПа и 1500 МПа соответственно, что в разы больше показателя для арматурной стали.

По типу армирующего наполнителя ПК классифицируют на стеклокомпозиты, базальтокомпозиты, углекомпозиты и др. [2]. В зависимости от того, какое изделие выпускается и способа изготовления, наполнители применяют в виде непрерывных или штапельных волокон, жгутов (ровинга), различных типов тканых и нетканых материалов.

Допускаемое минимальное содержание армирующего наполнителя в ПК различно для разных изделий и составляет от 40 % по массе (несущие конструкции пешеходных мостов) до 75 % для полимерной композитной арматуры.

Равномерность распределения армирующего наполнителя, полнота его пропитки связующим, содержание воздушных пор в материале, состояние рабочих поверхностей зависят от способа изготовления ПК. На сегодня наиболее распространены такие методы формирования, как: пултрузия (протяжка пропитанного смолой непрерывного наполнителя через фильеру), инфузия (пропитка под давлением), вакуумная инфузия (пропитка под давлением после предварительного вакуумирования) и непрерывная намотка на оправку (при производстве труб).

В качественно изготовленном изделии полимерная матрица и армирующий наполнитель образуют единую структуру и действуют совместно, обеспечивая требуемые в зависимости от назначения изделия свойства ПК. При применении в строительстве, транспортной инфраструктуре, жилищно-коммунальном хозяйстве полимерные композиты позиционируются как конструкционные материалы универсального типа. Они пригодны для использования в несущих и ненесущих конструкциях зданий и сооружений при воздействии окружающей среды различной степени агрессивности.

Общим требованием к ПК строительного назначения является минимально допускаемая плотность (обычно не менее 1600 кг/м^3 или 1800 кг/м^3 в зависимости от типа армирующего наполнителя).

К основным показателям механических свойств ПК, необходимым при проектировании несущих конструкций, относятся пределы прочности и модули упругости при растяжении и сжатии в направлении оси армирования и перпендикулярно оси армирования. А также относительное удлинение при разрушении.

Для изделий и конструкций, предназначенных для работы "под открытым небом", стойкость ПК к погодным воздействиям оценивают по комплексу показателей: морозостойкости, влагостойкости, термостойкости и стойкости к климатическому старению. Также для них нормируется значение водопоглощения по массе, которое обычно не должно превышать 0,5 %. На поверхность наиболее ответственных конструкций

для защиты ПК от воздействия УФ-излучения и других климатических факторов в заводских условиях наносят защитное покрытие, которое должно быть ремонтпригодным.

Для обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности строительных объектов производители изделий должны обеспечить пожарнотехнические характеристики ПК на уровне не менее: по горючести Г2, по воспламеняемости – В2, по дымообразующей способности – Д2 и по токсичности продуктов горения – Т2.

Мировой и отечественный опыт производства и применения изделий и конструкций из ПК показывает, что при использовании в строительстве наиболее эффективны:

- стержневая арматура и арматурные сетки;
- конструктивные элементы пешеходных мостов и путепроводов (пролетные строения, настилы, лестничные марши и площадки и т. д.);
- трубы для строительства и ремонта водопропускных сооружений под насыпями автомобильных и железных дорог;
- шпунтовые сваи для укрепления берегов водоемов, откосов строительных котлованов;
- ламинаты из реактопластов, армированных волокном, для усиления и восстановления строительных конструкции. [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 32794-2014 «Композиты полимерные. Термины и определения»
2. ГОСТ 33742-2016 «Композиты полимерные. Классификация»
3. Приказ Министерства регионального развития РФ от 24 июля 2013 г. N 306 "Об утверждении отраслевой программы внедрения композиционных материалов, конструкций и изделий из них в строительном комплексе Российской Федерации»

*Студенты 2 курса 18 группы ИГЭС Османов Б.Ф., Чесноков Д.И.
Научный руководитель – проф., д-р. тех. наук Е.В. Ткач*

БЕТОН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Развитие ядерных технологий определили главную проблему современности - проблему защиты людей от радиоактивных воздействий с помощью новых высокоэффективных композиционных материалов. На сегодняшний день самым востребованным является бетон. И поэтому вопрос экономической выгоды и улучшения характеристик этого мате-

риала наиболее актуален. Одной из важнейших задач возведения АЭС является уменьшение цены материалов и сроков строительства, которое достигается путем введения модифицированных химических добавок в бетон. В АЭС для защиты от радиоактивных воздействий, таких как гамма и нейтронное излучения, применяют особо тяжелые со средней плотностью более $2,5 \text{ т/м}^3$, что обеспечивает задержку гамма излучения и гидратные бетоны с содержанием химически связанной воды - более 3% по массе. Проникающая способность излучения показана на рис. 1.

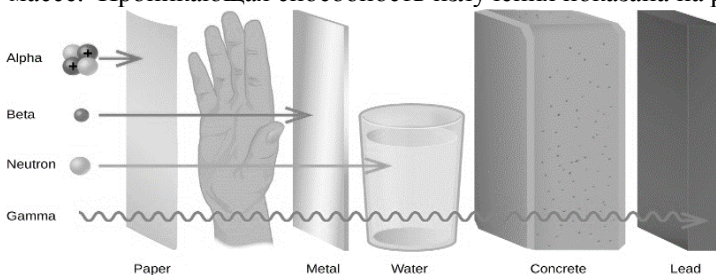


Рис. 1. Проникающая способность.

Водосодержание в бетоне повышают путём использования специальных вяжущих. В роли таковых могут выступать глиноземистые, безусадочные или расширяющиеся цементы, а также портландцемент, в котором повышено количество гипса и трехкальциевого алюмината.

Защитные свойства бетона улучшаются с увеличением его плотности, который зависит от вида используемого заполнителя:

- железные руды (рис. 2а) [Fe_3O_4 и Fe_2O_3] -на этих рудах получают бетон с плотностью $3,2-3,6 \text{ т/м}^3$;

- лимонитовые руды (рис. 2б) [$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$] - повышают содержание связанной воды, а плотность получаемого бетона составляет $2,8-3,3 \text{ т/м}^3$;

- серпентин (рис. 3в) [$3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$] - содержание химически связанной воды 9-17%. Способен удерживать ее при высоких температурах до 500 C^0 , добавляют в сочетании с другими заполнителями;

- баритовые руды (рис. 2г) [$80\% - \text{BaSO}_4$] – очень плотные ($4-4,5 \text{ т/м}^3$), поэтому не дают существенного вторичного гамма-излучения;

- борсодержащие заполнители и добавки- хорошо поглощают тепловые нейтроны в 7000 раз лучше кремния и 200 раз лучше железа;

- металлические заполнители – с помощью них получают бетон плотностью $6,8-7 \text{ т/м}^3$;

- свинцовая дробь (рис. 2д) – очень дорогой материал, используют при малой толщине защиты и для заделки отверстий в конструкциях [2].

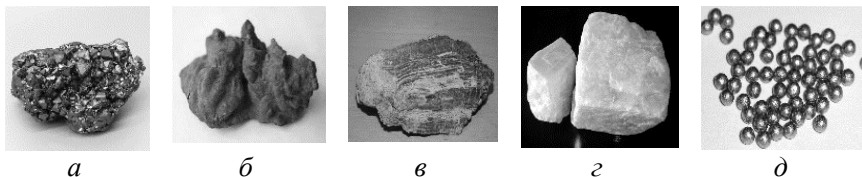


Рис. 2. Заполнители

Высокая теплопроводность, малые значения усадки, коэффициенты ползучести и термического расширения и повышенная температуростойкость являются тоже важными свойствами бетона для защиты от радиоактивного излучения, наряду с улучшенными защитными свойствами. Бетон биологической защиты ядерных реакторов работает в специфических и жестких условиях – одностороннее нагревание до высоких температур. Поэтому необходимо высокая теплопроводность материалов для снижения температурных напряжений. Внутренняя тепловая защита нередко выполняется с использованием стальной опалубки для бетонной защитной конструкции. По мере возрастания дозы облучения увеличивается термическая усадка цементного камня. В таком случае его температура может увеличиваться до 350°C, а также происходит его частичное обезвоживание. Все строительные конструкции стен и перекрытий АЭС выполняются в сборно-монолитном варианте. Сборной частью являются армоопалубочные блоки, изготовленные полностью в заводских условиях. После выполнения монтажных работ они заполняются высокоподвижным или литым бетоном. В ходе исследовательской работы рассмотрены радиоактивное излучение и особо тяжелые бетоны на основе заполнителей с высокими показателями по плотности, использующиеся для защиты от радиации. Также выделены основные заполнители и защитные свойства бетонов. Таким образом модификация бетона позволяет защититься от радиоактивных излучений наиболее экономичным и безопасным путем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Медведев В.В.*. Повышение радиационной стойкости бетонов за счет применения эффективных суперпластификаторов: диссертация ... кандидата технических наук: 05.23.05 / *Медведев Вячеслав Викторович*; [Место защиты: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет].- Москва, 2015.- 181 с.
2. *Горчаков Г.И.*. Специальные строительные материалы для тепловыделительного строительства [Текст] : [Учеб. пособие для строит. специальностей вузов] / Г. И. Горчаков, д-р техн. наук, проф. - Москва : Стройиздат, 1972

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Современный строительный рынок позволяет выбрать любые строительные материалы для строительства комфортного, а главное безопасного жилья. Производители могут предложить различные материалы для строительства с разнообразными характеристиками. Но как среди такого многообразия выбрать наиболее качественные и, главное, недорогие материалы? Рассмотрим этот вопрос на примере выбора теплоизоляции для наружных стен жилых домов.

Требования предъявляемые к теплоизоляционным материалам:

1. Низкая теплопроводность – чем меньше коэффициент теплопроводности, тем больше тепла удерживается внутри помещения и тем меньшая толщина теплоизоляционного материала потребует.

2. Низкая средняя плотность – легкие теплоизоляционные материалы позволяют уменьшить массу зданий и сооружений, а также транспортных расходов в процессе строительства.

3. Высокая газо- и паропроницаемость – низкая паропроницаемость приводит к скоплению влаги в месте контакта теплоизолирующего материала со строительными конструкциями, влага активирует процесс коррозии вплоть до разрушения конструкции.

4. Возможность выбора отделки – выбор различных вариантов декоративной отделки непосредственно на утеплителе без дополнительных устройств основ.

5. Долговечность.

6. Экологичность.

7. Горючесть – показатель горючести материала.

8. Химическая и биологическая стойкость, жаростойкость.

9. Стоимость.

Для утепления наружных стен чаще всего используют следующие материалы: вспененный или экструдированный пенополистирол, минеральную вату, кладку из газобетона, пенополиуретан, пеностекло, пенопласт, пеноизол. Кладка из газобетона обладает существенным недостатком – большой средней плотностью, а пеноизол неэкологичен – при воздействии УФ-излучения он начинает разлагаться с выделением токсичных веществ. С точки зрения возможности выбора внешней отделки худшими показателями обладают пеноизол и пенополиуретан. Поэтому при выборе теплоизоляционного материала для наружных стен эти материалы были исключены из рассмотрения.

Российский рынок теплоизоляционных материалов является одним из наиболее динамично развивающихся в Европе, предоставляя покупателю огромный выбор продукции. Одной из таких фирм является "ТехноНиколь". Из зарубежных компаний одним из крупнейших производителей строительных материалов является Кнауф (Германия). В табл. 1 представлены наиболее популярные теплоизоляционные материалы и их технические характеристики.

Таблица 1

Теплоизоляционные материалы для утепления фасада дома

Теплоизоляционный материал	Теплопроводность, Вт/м*°С	Средняя плотность, кг/м ³	Горючесть	Долговечность, лет	Стоимость, руб/м ³	Паропроницаемость, мг/м ² •ч•Па
Утеплитель ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ (Плиты из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы на низкофенольном связующем)	0,038	80	НГ	50	2917	0,3
XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO (Экструдированный пенополистирол)	0,029	29	Г4	50	4500	0,011
Плита теплоизоляционная LOGICPIR (пенополиизоцианурат)	0,022	35	Г3	25	10 400	0,038
Кнауф Тепло Кнауф Коттедж TR 037 Aquastatik (стекловолокно)	0,037	15	НГ	50	1177,5	0,5
Кнауф Insulation Термо Плита 037 (материалы на основе базальтового волокна)	0,038	15	НГ	50	1840	0,55
Пенопласт Кнауф Therm Стена PRO	0,04	12	Г3	25	2875	0,033

Для решения задачи выбора наилучшего варианта применяется метод анализа иерархий, основанный на построении иерархии, начиная с вершины (цели — с точки зрения решения задачи выбора), через промежуточные уровни (критерии, по которым производится выбор) к самому нижнему уровню (перечню альтернатив). На каждом уровне строится множество матриц парных сравнений (по одной матрице для каждого элемента примыкающего сверху уровня). Элементы любого уровня сравниваются друг с другом относительно их воздействия на

направляемый элемент по 9-ти балльной шкале (от 1 – равная важность до 9 – очень сильное превосходство). Затем на каждом уровне проводится синтез приоритетов, т.е. для каждой строки находится среднее геометрическое. Полученный таким образом столбец чисел нормируется делением каждого числа на сумму всех чисел, получается вектор приоритетов. Для проверки согласованности каждой матрицы находятся собственное число матрицы (как сумма компонент вектора, полученного при умножении матрицы суждений на вектор приоритетов), индекс согласованности (ИС) и отношение согласованности (ОС). $ИС = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$, где λ_{\max} – собственное число матрицы, n – число сравниваемых элементов. $ОС = ИС / СИ$, где СИ – случайный индекс. Затем проводится иерархический синтез, т.е. вычисление суммы по всем соответствующим взвешенным компонентам собственных векторов уровня иерархии, лежащего ниже. По указанной методике был проведен выбор наилучшего варианта теплоизоляции для наружных стен. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты решения задачи выбора теплоизоляционного материала

Теплоизоляционный материал	Глобальные приоритеты
Утеплитель ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ	0.155
XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO	0.133
Плита теплоизоляционная LOGICPIR	0.187
Кнауф Тепло Кнауф Коттедж TR 037 Aquastatik	0.234
Кнауф Insulation Термо Плита 037	0.222
Пенопласт Кнауф Therm Стена PRO	0.070

Таким образом, по совокупности характеристик наилучшим вариантом можно считать плиты из стекловолокна Кнауф Коттедж TR 037 Aquastatik, а так же плиты на основе базальтового волокна Кнауф Insulation Термо Плита 037 (незначительные отличия), а самым худшим вариантом будет пенопласт Кнауф Therm Стена PRO.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кафиев И.Р., Романов П.С., Романова И.П.* Сравнительная оценка методов принятия решений по выбору проекта системы освещения для ремонтных мастерских сельскохозяйственных предприятий //Вестник БГАУ, 2015, № 3(35),с.48-52.
2. *Романов П.С., Кафиев И.Р., Романова И.П.* Методика принятия решения по выбору проекта системы освещения для ремонтных мастерских сельскохозяйственных предприятий //Вестник БГАУ. 2015.№ 1(33), с.82-89.
3. *Кафиев И.Р., Романов П.С., Романова И.П.* Выбор оптимальной стратегии замены электрооборудования сельскохозяйственных предприятий // Вестник БГАУ. 2016. № 2 (38). С. 73-77.

Студентка 3 курса 35 группы ИСА Сабенина С. В.

Студентка 3 курса 34 группы ИСА Харичкова Е. В.

Научный руководитель – ст. преп., канд. техн. наук И. П. Романова

ОГНЕЗАЩИТА ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

В нашей стране большое количество памятников деревянного зодчества. Множество сооружений охраняются различными международными организациями, например, ЮНЕСКО, ООН.

Поскольку все памятники архитектуры имеют большую историческую и материальную ценность, их огнезащите уделяется повышенное внимание.

Существует несколько способов огнезащиты деревянных конструкций:

- Конструктивный метод (увеличение сечения элементов, специальное расположение конструкций, конструктивное решение узлов);
- Химический метод: пропитка- глубокая и поверхностная (специальные пропиточные составы);
- Облицовка огнезащитными экранами: маты, щиты, обмазка (краски, лаки).

Нетрудно догадаться, что конструктивный метод не применим для готовых сооружений. Поэтому для огнезащиты памятников деревянного зодчества используют пропитку и обмазку.

Укрепляющие и защитные средства можно вводить в древесину с разборкой и без разборки конструкции. Полная разборка деревянной конструкции имеет существенное преимущество – она позволяет провести тщательный осмотр всех бревен и деревянных деталей и выявить места полного разрушения древесины, наличие гнили и пустот, прикрытых внешним слоем здоровой на вид древесины. Все бревна, имеющие грибные или бактериальные поражения, изъеденные личинками насекомых, маркируют и откладывают для последующего удаления участков разрушенной древесины и протезирования. Остальные бревна направляют на пропитку.

Для памятников деревянного зодчества должны соблюдаться следующие требования:

- Огнезащитные составы не должны иметь соли в составе, поскольку солевые остатки увеличивают гидрофильность конструкции, усиливают гидролитическое разложение поверхностных слоёв древесины;
- Составы должны обладать высокой антисептической активностью и не снижать группу огнезащитной эффективности при поверхностной обработке;

- Составы должны быть поверхностного нанесения, так как глубокая пропитка без разрушения невозможна и приводит к утяжелению и дополнительным деформациям;
- Составы должны иметь длительный срок действия, поскольку при частой обработке (каждые 2-3 года) ведет к улучшению состояния памятника;
- Кокс, образующийся на поверхность защищённой древесины, должен быть устойчивым к термоокислению;
- Составы должны быть Нового поколения с высокой огнезащитной эффективностью, иметь гигиенические сертификаты и быть доступными по цене.

Несмотря на широкий ассортимент современных огнезащитных составов трудно выделить материалы, отвечающие всем вышеперечисленным требованиям.

В качестве основных компонентов огнезащитных составов для памятников деревянного зодчества наиболее предпочтительны фосфоросодержащие органические соединения, которые вступают в реакции «мягкого» модифицирования поверхностным слоем древесины. При этом фосфорные производные целлюлозы и лигнина меняют механизм низкотемпературной стадии деструкции древесины, уменьшают вход горючих газов летучих продуктов увеличивают выход кокса.

Огнезащитные составы делятся на три группы в зависимости от их эффективности:

- I группа- при обработке древесины она становится трудногоряемой;
- II группа- при обработке получается трудновоспламеняемая древесина;
- III группа- составы, которые по результатам огневых испытаний, не являются огнезащитными.

Стоит отметить, что такие составы нового поколения, как Русь-1, Аттик и КСД-А, переводят древесину в первую группу огнезащитной эффективности. Но несмотря на рекламу антисептических свойств этих составов, исследования показывают что биоцидность с широким спектром действия эти составы не обладают. В последние пять лет себя хорошо зарекомендовал биоцид нового поколения Минор (ТУ 2435-001-47366493-01), состоящий из водорастворимых фосфорорганических соединений.

Все огнезащитные составы подвергаются обязательной сертификации. Испытаний проводятся в таких лабораториях как ФГУ ВНИИПО МЧС и ИКБС МГСУ. В некоторых случаях для огнезащиты деревянных сооружений, имеющих высокую историческую ценность, используют специальные огнезащитные декоративные полимерные покрытия. Для

защиты древесины от грибной и бактериальной коррозии используются различные составы:

- водные растворы антисептиков, которые могут не окрашивать (фторид натрия NaF и гексафторсиликат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$, препарат ГР-48 на основе пентахлорфенола) или слегка окрашивать древесину (хлорид цинка, антисептик ФДХ на основе фтора и хромата натрия, пентахлорфенолят натрия, уралит);
- антисептические пасты, окрашивающие древесину и получаемые из водорастворимых антисептиков, битумных паст на кузбаслаке, глиняных на гексафторсиликате натрия и соде;
- антисептиков в виде масел (сланцевого или каменноугольного), окрашивающих древесину;
- растворов антисептиков в органических растворителях, окрашивающих древесину (пентахлорфенола, нафтената меди).

Для более эффективной и долговечной огнезащиты памятников деревянного зодчества стоит применять комплексный метод огнезащиты, стоящий либо из последовательной обработки древесины несколькими (чаще двумя) огнезащитными пропиточными составами, либо сначала пропитывать древесину, а затем покрывать декоративными огнезащитными покрытиями, позволяющими не только повысить группу огнезащитной эффективности, но и защитить конструкцию от негативного влияния окружающей среды.

В итоге можно сделать вывод, что к защите памятников деревянного зодчества и объектов культурного наследия России от пожара нужно относиться со всей ответственностью. Поэтому ведутся работы по усовершенствованию методов огнезащиты, огнезащитных пропиточных составов и красок. Это позволяет не только улучшить эффективность и долговечность составов, но также повысить их безопасность и уменьшить стоимость, делая их доступными для использования не только на дорогостоящих и известных строениях, но и на небольших музеях и усадьбах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Е. Н. Покровская, Ю. К. Нагановский* Огнебиозащита памятников деревянного зодчества// Пожаровзрывобезопасность № 6, 2004 год.

ОГНЕЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Большинство современных зданий имеет каркас, состоящий из металлических балок. Ввиду своей структуры, металлы имеют большой коэффициент теплопроводности λ и малый коэффициент теплоемкости C , что приводит к большим значениям коэффициента температуропроводности a :

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho},$$

где ρ - плотность металла.

Коэффициент температуропроводности характеризует скорость распространения тепла внутри конструкции. Поскольку высокая температуропроводность металла почти не вызывает температурного градиента внутри сечения металлической строительной конструкции, температура конструкции быстро достигает критических значений, при которых происходит снижение прочностных свойств металла до такой степени, что конструкция становится неспособной выдерживать приложенную к ней нагрузку, в результате чего наступает предел огнестойкости строительной конструкции по потере несущей способности (R (мин)). Помимо предела огнестойкости по потере несущей способности для металлических конструкций также существует предел огнестойкости по потере целостности – E и предел огнестойкости по потере теплоизолирующей способности - I. Пределы огнестойкости большинства металлических конструкций малы – для алюминиевых конструкций – R 6 – R 8, для стальных- R 10 – R 15. Исключением являются массивные колонны сплошного сечения, их предел огнестойкости составляет R 45, но применяются такие конструкции довольно редко, ввиду своей высокой стоимости. Значения критической температуры для различных металлических конструкций при нормативной эксплуатационной нагрузке приведены в табл. 1 «Критическая температура прогрева металлических конструкций».

Из таблицы видно, что критическая температура алюминиевых сплавов в 1,5 – 3 раза ниже, чем у стальных сплавов.

Согласно п. 5.4.3 СП 2.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»: Если требуемый предел огнестойкости конструкции (за исключением конструкций в составе противопожарных преград) R 15 (RE 15, REI 15), допускается применять незащищенные стальные конструкции независимо от их

фактического предела огнестойкости, за исключением случаев, когда предел огнестойкости хотя бы одного из элементов несущих конструкций (структурных элементов ферм, балок, колонн и т.п.) по результатам испытаний составляет менее R 8». Если в процессе проектирования здания или сооружения появляется потребность в обеспечении предела огнестойкости конструкции выше R 15, то используются различные способы повышения огнестойкости металлических строительных конструкций.

Таблица 1

Критическая температура прогрева металлических конструкций.

Материал конструкции	Критическая температура прогрева, °С
Углеродистая сталь марок Ст3, Ст5	470
Низколегированная сталь марки 25Г2С	550
Алюминиевые сплавы марки АМг-6	225
Алюминиевые сплавы марки Д1Т	250

Наиболее распространенными методами повышения огнестойкости металлических строительных конструкций являются:

1. облицовка конструкции негорючими материалами с высоким коэффициентом теплоемкости и низкими температуропроводности и теплопроводности;
2. нанесение на поверхность конструкции огнезащитных красок, обмазок;
3. орошение конструкций водой (распыленной или тонкораспыленной);
4. заполнение полых металлических конструкций водой – постоянное или аварийное с принудительной или естественной циркуляцией;
5. сооружение защитных подвесных потолков в помещении.

Рассмотрим подробнее каждый из вышеперечисленных способов.

Облицовка конструкции несгораемыми материалами. В качестве облицовки используется штукатурка – слой в 2,5 см позволяет повысить предел огнестойкости до R 50, бетонные плитки, керамические материалы – обкладка конструкции в 0,5 кирпича увеличивает предел огнестойкости до R 300. Чтобы избежать преждевременного растрескивания и обрушения защитной конструкции во время пожара, армируют бетонные плитки и кирпичную кладку, а штукатурку наносят на металлическую сетку. Помимо плюса в виде существенного увеличения предела огнестойкости, у данного метода есть и минусы – при обкладке кон-

струкции защитными материалами, значительно возрастает ее вес, что стоит учитывать при проектировании зданий и сооружений, а поскольку облицовка конструкции достаточно трудоемкий и долгий процесс, то увеличиваются сроки строительства. Нанесение специальных огнезащитных покрытий. Преимущественно применяются вспучивающиеся краски и обмазки. Главным компонентом этих покрытий является жидкое стекло – калиевое $K_2O_nSiO_2$ или натриевое $Na_2O_nSiO_2$. Принцип действия таких покрытий заключается в том, что при воздействии высокой температуры (процесс начинается с $80\text{ }^{\circ}C$, максимум выделения вспученной массы достигается при температуре $200\text{--}400\text{ }^{\circ}C$) они вспучиваются и образуют на поверхности конструкции своеобразную пористую «шубу», защищающую конструкцию от перегрева. Слой обмазки в 2 – 3 миллиметра позволяет повысить огнестойкость металлических конструкций до R 45 – R 60. Орошение конструкции распыленной и тонкораспыленной водой. Способ основан на охлаждении конструкций, нагретых в результате воздействия конвективного теплового потока. Также распыленная вода обладает способностью «экранировать» поверхности от лучистых потоков, исходящих из пламенной зоны пожара.

Наполнение полых металлических конструкций водой. Данный метод защиты чаще всего используется в уникальных зданиях и сооружениях, например Центр Жоржа Помпиду в Париже. Поскольку вода имеет достаточно большой коэффициент теплоемкости, то ее циркуляция внутри конструкций обеспечивает эффективный теплообмен во время пожара. Устройство в помещении защитных подвесных потолков. Для защиты стрелевых металлических конструкций, удерживающих покрытия (например, ферм), самым целесообразным способом является применение подвесных потолков из негорючих материалов. Плюсом этого метода является то, что отсутствует необходимость защищать каждый элемент конструкции отдельно, это позволяет значительно сократить сроки строительства. В заключении стоит отметить важность повышения огнестойкости металлических строительных конструкций, поскольку они имеют достаточно низкий предел огнестойкости. Это приводит к тому, что при пожаре каркас здания, выполненный из металла, «складывается» словно карточный домик. Такое поведение этого вида конструкций приводит к усложнению эвакуации людей, а также повышает риск их гибели. Для предотвращения таких ситуаций изобретено множество способов огнезащиты металлических конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В. М. Ройтман. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М., Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001 год. – 382 с., ил.

Студент 2 курса 1 группы ИСА Семашкин А.Д.

Студентка 2 курса 4 группы ИСА Михальцова Е.А.

*Научный руководитель- зав. каф. СМ, канд. техн. наук, доц.
В.С. Семенов*

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МИКРОСФЕР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОБЕТОНА

Для территории Российской Федерации характерны суровые климатические условия. При этом российские нормативные требования к теплозащите ограждающих конструкций являются одними из самых высоких в мире. Несмотря на это Правительство РФ уделяет внимание повышению энергоэффективности зданий и сооружений. Согласно распоряжению Правительства РФ от 1 сентября 2016 г., к 2025 году 30% зданий в России должны иметь наивысший класс энергоэффективности. Класс энергоэффективности присваивается по результатам теплотехнического расчета, основным расчётным параметром которого является теплопроводность строительных материалов. Ресурсо- и энергосбережение являются приоритетными направлениями развития научных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук [1].

При существующих материалах и технологиях повышение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции возможно при увеличении её толщины, что приводит к росту стоимости строительства и уменьшению полезной площади объекта. В связи с этим возникает потребность в производстве новых строительных материалов, которые будут удовлетворять современным требованиям по экологичности, экономии и обеспечивать теплозащиту зданий и сооружений. Новые эффективные материалы должны иметь более высокие теплотехнические характеристики по сравнению с существующими [2–3].

В настоящее время одним из материалов, наиболее применяемых для устройства ограждающих конструкций, является газобетон, который в силу высокой пористости обладает низкой средней плотностью и теплопроводностью ($\lambda=0,2...0,4$ Вт/(м·°C)) и используется как конструкционно-теплоизоляционный материал. Однако, данный материал характеризуется рядом недостатков – высокой дефектностью стенок цементного камня, разделяющих воздушные ячейки, а также высокой сорбционной способностью, низкой прочностью и низкой морозостойкостью [4]. При этом снижение средней плотности и повышение прочности ячеистых бетонов является актуальной научно-практической задачей строительного материаловедения [5–6].

Одним из решений обозначенной проблемы является разработка эффективного конструкционно-теплоизоляционного газобетона с регулируемой пористостью, повышенной прочностью и пониженной теплопроводностью за счет применения в его составе полых алюмосиликатных (керамических) микрофсфер – КМС.

Алюмосиликатные полые микрофсферы образуются в результате сжигания каменного угля при высоких температурах и являются отходами ТЭС. Микрофсферы представляют собой сферические тела $d=10...500$ мкм. Химический состав АСПМ: SiO_2 – 50...60%, Al_2O_3 – 25...35%, Fe_2O_3 – 1,5...2,5%, CaO , MgO , K_2O , Na_2O – 1%.4]

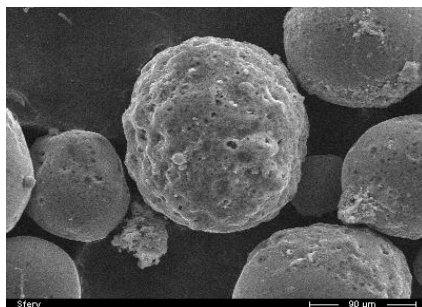


Рис. 1. Микрофотография алюмосиликатных микрофсфер

Таблица 1

Физико-механические свойства микрофсфер

Свойство	Значение
Цвет	Светло-серый
Форма частиц	Сферическая
Насыпная плотность	300...450 кг/м ³
Температура плавления	1400...1500°С
Твердость по Моосу	6
Коэффициент теплопроводности	0,08...0,20 Вт/(м·°С)

Введение микрофсфер будет способствовать уменьшению средней плотности газобетона за счет появления дополнительных закрытых пор в структуре межпоровых перегородок. Возможное снижение прочностных характеристик предполагается компенсировать введением активных минеральных добавок и автоклавной обработкой. При автоклавной обработке микрофсферы могут вступить в реакцию с известью и активными минеральными добавками, за счет чего произойдет уплотнение и упрочнение структуры материала.

Особенности физического строения и химического состава алюмосиликатных микрофсфер открывают широкие перспективы их применения в составе ячеистых бетонов [7]. При введении КМС в структуру газобетона необходимо учесть:

- Микрофсферы повлияют на водопотребность бетонной смеси. Удельная поверхность КМС велика и требует смачивания.

- Необходимо подобрать оптимальное количество микросфер и их гранулометрический состав, так, чтобы они полностью находились в межпоровых перегородках. Попадая в поры, они повышают среднюю плотность материала, и не оказывают положительного влияния на его теплофизические и физико-механические свойства.

Таким образом, разработанные на сегодняшний день составы ячеистых бетонов могут быть оптимизированы в направлении улучшения физико-механических свойств и повышения экономической эффективности. На данном этапе исследований разработан контрольный состав газобетона, получены образцы неавтоклавного газобетона с различным содержанием микросфер. При использовании газобетона с меньшей теплопроводностью толщина конструкции значительно уменьшается. Следовательно, при сохранении существующей несущей способности можно существенно сократить материалоёмкость и стоимость строительства. В дальнейшем мы собираемся продолжать работу согласно поставленным нами задачам: необходимо изготовить образцы и исследовать их физико-механические и теплотехнические свойства и структуру. Предложенный нами состав будет скорректирован по техническим и экономическим соображениям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приоритетные направления развития фундаментальных научных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.raasn.ru/fundres.php?fundid=priority_orientations_fni/priority_orientations_fni (Дата обращения: 16.02.2017).

2. Семенов В.С., Розовская Т.А. Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций с применением облегченных кладочных растворов // Строительные материалы. 2015. №6. С. 16–19.

3. Орешкин Д.В., Семенов В.С., Розовская Т.А. Properties of light-weight extruded concrete with hollow glass microspheres // Procedia Engineering. Vol. 153. Pp. 638-643.

4. Сахаров Г.П. Ячеистые бетоны в посткризисный период // Строительство: наука и образование. 2011. №1. С. 8.

5. Гиндин М.Н. Производство ячеистого бетона. Москва: Можайский полиграфический комбинат, 2012. 192 с.

6. Прищепа И.А., Некрасов А.В., Лукьянчиков С.А. Исследование свойств газобетона: методические указания. Томск: ТГАСУ, 2012. 21 с.

7. Теряева Т.Н., Костенко О.В., Исмагилов З.Р. Физико-химические свойства алюмосиликатных полых микросфер // Вестник КузГТУ. 2013 №5. С. 86–90.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И БЕТОНОВ

Студентка 4 курса 31 группы ИСА. Адиханова Р.Д

Студены 4 курса 32 группы ИСА Орешкин Н.А, Ролдугин А.В.

Научный руководитель – асс. Н.А. Гальцева

ПРИМЕНЕНИЕ ПАЗОГРЕБНЕВЫХ ПЛИТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Пазогребневые плиты (ППП) – это строительный материал с пазом и гребнем, являющийся неоспоримым лидером для выстраивания несущих конструкций и перегородок. Классический размер элемента, имеющего форму правильного параллелепипеда – 667*500*80 мм. Благодаря такой конструкции пазогребневые блоки надежно крепятся друг к другу. Плиты бывают: стандартные, полнотелые, пустотелые, влагостойкие [1].

Гипсовые пазогребневые плиты производятся из строительного гипса и различных добавок, а так же с добавлением шлака и цемента [2, 3]. При добавлении гидрофобных компонентов значительно снижается способность к поглощению. Зеленая расцветка - отличительный внешний признак таких плит.

Главными характерными чертами гипсовых ППП являются такие свойства, как шумоизоляция, теплоизоляция и высокая огнестойкость.

Силикатные пазогребневые плиты.

Данные плиты состоят из воды, негашеной комовой извести и кварцевого песка. Процесс изготовления осуществляется в автоклавных камерах под высокими давлением и температурой [4, 5].

Шунгитовые пазогребневые плиты разработаны для решения специализированных задач защиты в помещениях с высоким уровнем электромагнитного и других видов излучения.

Плюсы пазогребневых плит:

- экономия площади;
- высокие прочностные характеристики конструкций;
- экологичность;
- негорючие, являются диэлектриком.
- экономичность: перегородки из пазогребневых плит дешевле, чем аналогичные по качеству перегородки из других материалов;
- плиты легко монтируются по принципу детского конструктора, легко поддаются механической обработке;
- нет необходимости в дополнительном оштукатуривании, можно сразу приступать к финишной отделке;
- не подвержены влиянию гниения и насекомых.

Недостатки пазогребневых плит:

- возникают трудности с креплениями предметов на стену. Так как внутри перегородки есть пустоты, которые не позволяют вешать на стену тяжелые конструкции [6, 7, 8, 9].

- может лопнуть перегородка, если плита снизу проседает;
- межкомнатные стены качаются, если не качественно прикрепить их к потолку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю. М.* «Технология бетона»: Учебное пособие для технологических специальностей строительных вузов.

2. *Довыденко Т.А., Ларсен О.А.* Нанотехнологии в строительном материаловедении. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 828-830.

3. *Ларсен О.А., Александрова О.В.* Применение техногенных отходов промышленности в технологии бетона. ГрГУ им. Я. Купалы. 2015.

4. *Алимов Л.А., Стенечкина К.С., Воронин В.В., Ларсен О.А.* Влияние температурно-влажностных условий на формирование структуры бетонов с наномодификаторами // Научное обозрение. 2015. № 10-1. С. 122-125.

5. *Ларсен О.А., Дятлов А.К.* Повышение эффективности мелкозернистых бетонов добавками поликарбоксилатных пластификаторов для монолитного домостроения // Технологии бетонов. 2013. № 10 (87). С. 14-15.

6. *Галкина О.А.* Повышение эффективности бетонов для монолитных полов полимерными добавками. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. МГСУ. Москва, 2004.

7. *Александрова О.В., Мырзаханова И.В.* Оптимизация состава и технологии бортового камня // Вестник МГСУ. 2010. № 4-5. С. 15-18.

8. *Александрова О.В.* Разработка рецептуры и технологии изготовления и применения для деталей мебели экологически чистых клеев на основе карбамидоформальдегидных смол. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1997.

9. *Панченко А.И., Бурьянов А.Ф., Соловьев В.Г., Козлов Н.В., Пашкевич С.А.* Комплексная оценка эффективности применения гипсового вяжущего повышенной водостойкости. Строительные материалы. 2014. № 12. С. 72-75.

*Студентки 4 курса 31 группы ИСА Александрова Н.С.,
Паламарчук А.И.*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МИКРОНАПОЛНИТЕЛЕЙ

В настоящее время для России, как и для всего мира актуально производство цемента с несколькими основными составляющими. Многокомпонентные цементы имеют ряд преимуществ, благодаря улучшенным практическим характеристикам за счет введения в них микронаполнителя, или добавок.

Одним из свойств подобных добавок является уменьшение водопотребности. Лучше не использовать мягкие добавки, т.к. они дают худшие результаты из-за своей высокой водопотребности. Также на свойства бетонной смеси большое влияние имеют свойства наполнителя. Например, пластичность и водоудерживающая способность напрямую зависят от них. При добавлении наполнителя уменьшается усадка и тепловыделение, а также ускоряется процесс гидратации цементных зерен [1, 2]. В данной научной работе были проведены испытания цементных растворных смесей с добавлением таких промышленных отходов, как золы-уноса и молотого известняка, а так же с полимерной добавкой- клеем ПВА с целью изучения и сравнения их водоудерживающей способности. Зола представляет собой тонкодисперсный порошок, образующийся из минеральной части твердого топлива, сжигаемого в топках котлов в пылевидном состоянии, и осаждаемый золоулавливающими устройствами из дымовых газов [3].

Во всем мире подтверждают положительные результаты добавления золы-уноса в цементные растворы. Это выгодно, во-первых, с экономической точки зрения, т.к. позволяет экономить усилия и затраты по формированию отвалов, а также уменьшить использование дорогостоящего цемента. Помимо этого, зола положительно влияет на некоторые физико-механические свойства растворных смесей [4].

Молотый известняк представляет собой карбонатную породу ($CaCO_3 = 95-100\%$, $MgCO_3 \leq 5\%$), отход отсевов дробления, получаемый при добыче известняков для нужд металлургической, химической, строительной и других отраслей промышленности и строительства. Также, одной из добавок для улучшения водоудерживающей способности является клей ПВА. Он делает раствор более пластичным, положительно влияет на водоудерживающую способность и уменьшает время схватывания.

Испытания проводились по ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний» на равноподвижных смесях пластичной консистенции, которая соответствовала распылу на встряхивающем столике 106 – 115 мм.

Водоудерживающая способность контрольной растворной смеси без добавления наполнителя равна = 92%. Далее, был проведен ряд испытаний с увеличением концентрации золы-уноса, молотого известняка и полимерной добавки в растворных смесях.

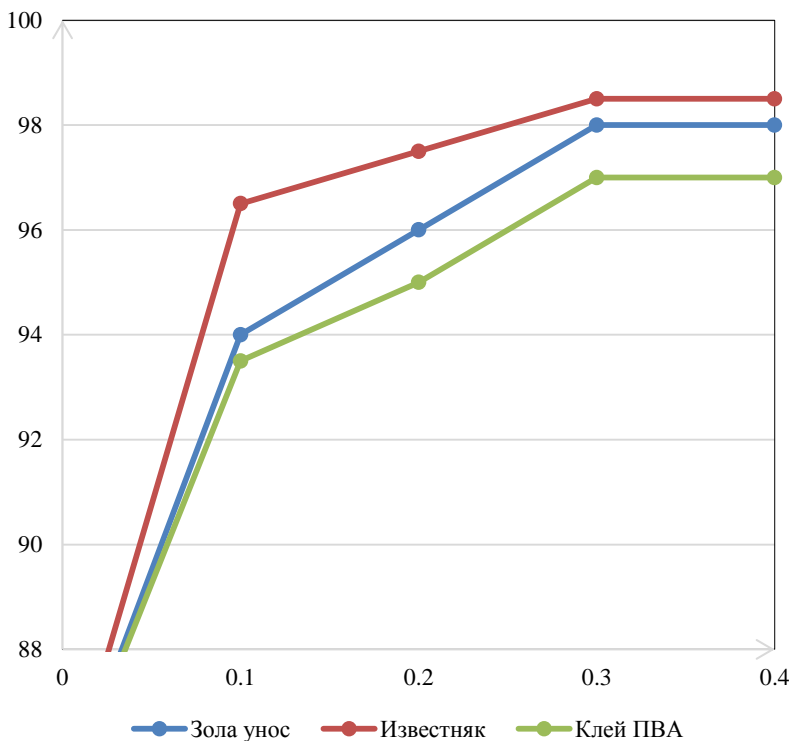


Рис. 1. Исследование водоудерживающей способности микронаполнителей

Как было установлено в результате эксперимента, наибольшей водоудерживающей способностью обладает молотый известняк.

Применение микронаполнителей в цементно-песчаных растворах позволяет снизить экономические и энергетические затраты за счет сокращения в растворной смеси доли цемента. Так же это позволяет увеличить ряд технологических свойств, таких как, удобоукладываемость, пластичность и усадочные деформации [5]. Такие микронаполнители,

как зола и молотый известняк являются побочными продуктами промышленности, их применение в строительстве позволяет сократить стоимость затрат на образование отвалов, их переработку и утилизацию.

Таблица 1

Исследование водоудерживающей способности растворов смесей

Количество добавки в %	Добавка	ВУ в %
10	зола-унос	94
20		96
30		98
10	молотый известняк	96,5
20		97,5
30		98,5
10	ПВАД	93,5
20		95
30		97

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алимов Л.А., Булдыжов А.А.* Самоуплотняющиеся бетоны с наномодификаторами на основе техногенных отходов // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №8. С. 86-88.

2. ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия».

3. *Александрова О.В.* Разработка рецептуры и технологии изготовления и применения для деталей мебели экологически чистых клеев на основе карбамидоформальдегидных смол. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1997.

4. *Александрова О.В., Мырзаханова И.В.* Оптимизация состава и технологии бортового камня // Вестник МГСУ. 2010. № 4-5. С. 15-18.

5. *Алимов Л.А., Стенечкина К.С., Воронин В.В., Александрова О.В.* Дилатометрический метод анализа структуры наномодифицированных бетонов. Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 4. С. 58-61.

*Студент 3 курса 31 группы ИСА Бахрах А. М., Солодов А. А.
Научные руководители – асп. В. В. Наруть, доц., канд. техн. наук, доц.
О.А. Ларсен*

РАЗРАБОТКА СОСТАВА САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЯДОВЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Самоуплотняющаяся бетонная смесь – бетонная смесь, способная самостоятельно уплотняться и обволакивать армирующие элементы без вибрирования или иного механического воздействия извне. Самоуплотняющийся бетон (СУБ) обладает высокой подвижностью и текучестью, высокой предельной прочностью при сжатии и коррозионной стойкостью, равномерностью качества бетона по всему сечению конструкции, а также повышенными декоративными качествами. СУБ предоставляет как технологические и эксплуатационные преимущества, так и экономические, экологические. Упрощение работ и снижение их срока, уменьшение количества рабочих, повышение безопасности строительного производства, снижение уровня шума за счет отказа от вибрирования – все эти преимущества предоставляет самоуплотняющийся бетон. СУБ относится к бетонам высокого исполнения или высококачественным бетонам (High Performance Concrete, HPC) [1, 2].

Самоуплотняющиеся бетоны нашли широкое применение в сложнейших проектах мирового строительства, таких как мост Акаси-Кайкё (самый длинный подвесной мост в мире), Бурдж-Халифа (самое высокое здание в мире) и многих других. Именно выдающиеся свойства СУБа позволили воплотить эти проекты в жизнь.

Несмотря на большой опыт применения, каких-либо стандартов и общих методик расчета самоуплотняющихся бетонов нет ни в России, ни за рубежом.

Самоуплотняющаяся бетонная смесь состоит из цемента, микронаполнителя, крупного и мелкого заполнителей, воды и суперпластификатора на основе поликарбоксилатов. Зачастую вводятся стабилизирующие и воздухововлекающие добавки. В различных странах используют различные составы СУБ.

При проектировании состава самоуплотняющегося бетона особое внимание уделяется заполнителям – их качеству и объемному соотношению. Вводятся ограничения по максимальной крупности заполнителя, соотношению фракций. Зачастую применяются фракционированные пески.

Согласно данным источника [3, 4], стоит использовать щебень фракций 3-10÷3-16мм, при использовании щебня фракции 3-8 мм наблюдается максимальное самоуплотнение. Согласно данным экспе-

римента, описанного в источнике [5, 6], максимальная крупность щебня составила 12,7 мм. В работе [7, 8] эффект уплотнения наблюдался при максимальном размере крупного заполнителя 12,5 мм. Особое внимание следует уделить содержанию зерен лещадной формы, так как они увеличивают вязкость смеси, снижая эффект самоуплотнения.

В работе применялись крупный и мелкие заполнители, гранулометрический состав которых представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Рассев крупного заполнителя

Размер сита, мм	Полные остатки на сите, %
20	96,9
10	26,6
5	2,8
2,5	1,0
дно	0,0

Таблица 2

Рассев мелкого заполнителя

Размер сита, мм	Полные остатки на сите, %
5	96,2
2,5	87,1
1,25	76,8
0,63	53,9
0,315	21,9
0,16	3,9
дно	0,0

Задачей настоящего исследования было получение самоуплотняющегося бетона с применением рядовых заполнителей и большого объема золы уноса. Использовался песок I класса с модулем крупности равным 2,5 и гранитный щебень фракции 5-20 мм с содержанием зерен лещадной формы 20%.

Песок рекомендуется использовать мелкий, округлой формы. Зачастую применяется монофракционный песок или смесь нескольких монофракционных песков. Наилучшие результаты показывают заполнители с непрерывной гранулометрией [9].

В результате исследования, на основании мирового опыта и некоторых математических условий текучести [10], был получен состав самоуплотняющегося бетона с содержанием цемента 360 кг/м³, золы 215

кг/м³ (60% от массы вяжущего), воды 183 кг/м³, песка 750 кг/м³, щебня 810 кг/м³ и пластификатора BASF MasterGlenium 115 5,4 кг/м³. Прочность на сжатие изготовленных образцов составила 23,1 МПа на 3 сутки и 41,8 МПа на 7 сутки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ю. М. Баженов. Технология бетона. М.: Издательство АСВ, 2011. С. 378-380.
2. Н. И. Макридин, В. И. Калашиников, К. Н. Махамбетова. Технология бетона, строительных изделий и конструкций//Лабораторный практикум. Пенза, 2014. С. 49-50.
3. G. R. Lombo, X. Wang, K. Wang. Rheological behavior and formwork pressure of SCC, SFSCC, and NC mixtures//Cement and concrete composites, 2014, № 54. С. 110-116.
4. I.M. Nikbin, M.H.A. Beygi, M.T. Kazemi, J. Vaseghi Amiri. Effect of coarse aggregate volume on fracture behavior of self compacting concrete// Construction and building materials, 2014, № 52. С. 137-145.
5. Г. В. Несветаев, Ю. Ю. Лопатина. Проектирование макроструктуры самоуплотняющейся бетонной смеси и ее растворной составляющей. Интернет-журнал “Науковедение”, 2017, том 7, № 5.
6. ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия».
7. ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».
8. ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний».
9. EN 934-2 «Admixtures for concrete, mortar and grout. Concrete admixtures. Definitions, requirements, conformity, marking and labelling».
10. Булдыжов А.А., Романов И.В., Воронин В.В., Алимов Л.А. Исследование формирования структуры и свойств многокомпонентных бетонов // Научное обозрение. 2013. №9. С. 177-181.

ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ ФИБРОЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Как уже известно, применение различной фибры в технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, особенно в мелкозернистых бетонах (МЗБ) и сухих строительных смесях (ССС) - новшество [2].

На сегодняшний день многие производители строительных материалов применяют данную технологию и, казалось бы, что здесь такого особенного в армировании, но стоит упомянуть, что применение такой технологии существенно влияет на структуру получаемого изделия и позволяет получать продукт повышенной прочности при минимальных затратах, когда необходимо повысить прочность изделия не в 3-4 раза, а всего в 1,2-2—а почему так происходит, какие свойства меняются, какие преимущества и недостатки, а выгодно ли ее вообще, эту технологию применять—ответы на такие вопросы не всегда удается найти в обобщенном виде, поэтому, на мой взгляд, данная тема заслужила своего внимания [3].

В данном исследовании рассматривается влияние фибры на основные физико-механические свойства МЗБ, а именно: удобоукладываемость (начальная и конечная), сохраняемость и прочность (на растяжение при изгибе и на сжатие).

За основу исследования был принят состав СССР ремонтного назначения для бетонных и железобетонных конструкций следующего состава:

- портландцемент I-42,5Н — 40%
- фракционированные пески — 50%
- комплекс минеральных добавок — 10%

Все испытания проводились согласно действующей государственной нормативно-технической документации.



Рис. 1. Использование металлической фибры в мелкозернистом бетоне

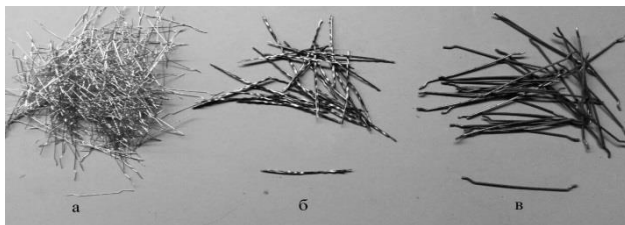


Рис. 2. Испытываемая фибра:

- а) Фибра №1—длина 30 мм, диаметр 0,3 мм, латунир., гофриров.
- б) Фибра №2— длина 35 мм, диаметр 0,7 мм, стальная, волнистая.
- в) Фибра №3— длина 50 мм, диаметр 1,0 мм, стальная, анкерная.

Нами было испытано три типа металлической фибры (Рис. 2) (далее фибра) в дозировке от 2% до 5% от массы навески, которые показали следующие результаты (Рис.3):

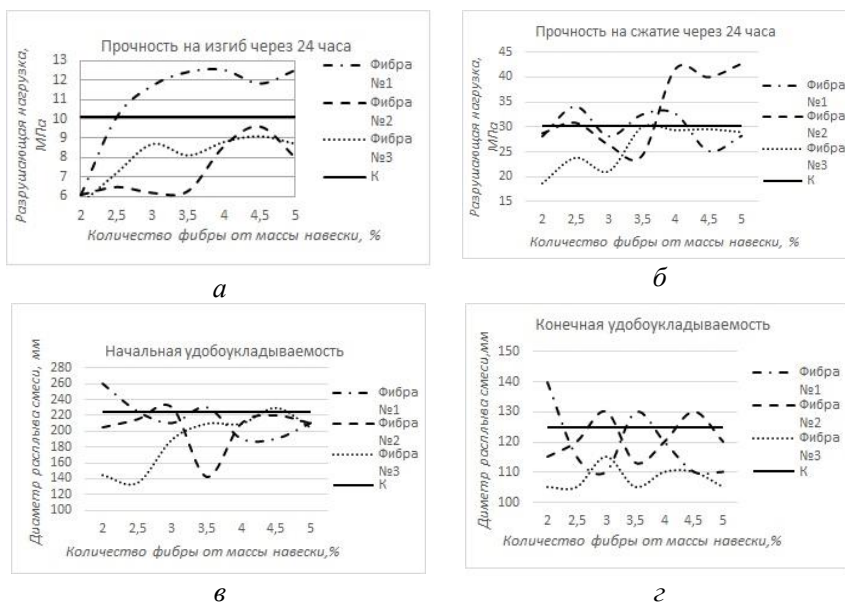


Рис. 3. Результаты испытаний:

- а) График прочности образцов на растяжение при изгибе через 24 ч.,
- б) График прочности образцов на сжатие через 24 ч.,
- в) График начальной удобоукладываемости смеси—спустя 5 мин. после затворения,
- г) График конечной удобоукладываемости смеси—спустя 35 мин после затворения.

На основе полученных нами результатов можно выделить следующее:

- чем больше диаметр фибры, тем хуже будут прочностные показатели на растяжение при изгибе и соответственно наоборот;
- существует «пиковая» дозировка фибры, при которой достигаются максимальные прочностные показатели бетона, но превышение которой способствует падению данных показателей;
- чем больше дозировка фибры, тем больше она занимает объем в смеси, тем хуже начальная и конечная удобоукладываемость смеси.

По сравнению с контрольным образцом МЗБ (без фибры), в зависимости от дозировки и типа фибры, следует отметить следующие результаты:

- прочность на растяжение при изгибе в возрасте 24 часов менялась в 0,8-1,8;
- прочность на сжатие в возрасте 24 часов менялась в 0,6-1,4 раза;
- начальная удобоукладываемость варьировалась в пределах 16%, конечная—в 14%;
- сохраняемость смеси понизилась на 4-16 %.

Из трех испытанных фибр, лучшей оказалась фибра №1, при введении которой в количестве от 3,5%-4% от массы навески, наблюдалось увеличение физико-механических показателей бетона примерно в 1,8 раза.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния армирования МЗБ металлической фиброй других модификаций с последующим переходом на высокомодульную фибру (полипропиленовая, базальтовая, углеродная и др.), и анализ воздействия их на физико-механические свойства бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. Учебник. М. 2007. С.339 – 341.
2. *Дидевич А.* Фибробетоны: новый взгляд на традиционный композит// Технологии бетонов, 2011. №11-12.
3. *Радькова И.Н., Грицаенко В.И, Коваль В.И.* и др. Эффективный упрочнительный компонент железобетонных конструкций—стальная фибра// Литье и металлургия, 2012. №1(64).

*Студент 4 курса 30 группы ИСА Дмитриев Н.С.,
Студентка 4 курса 31 группы ИСА Шостак Ю.А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен*

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

Практически вся территория России находится в климатической зоне, которая характеризуется среднемесячной температурой января равной и более низкой, чем -10°C . Огромное количество конструкций из бетона и железобетона находится на открытом воздухе, подвергается воздействию атмосферных осадков и периодическому замораживанию и оттаиванию, в результате которого бетон теряет несущую способность, подвергается поверхностному износу. Следовательно, для продолжительной эксплуатации бетонных конструкций в условиях реальной эксплуатации, важна стойкость к воздействию попеременного замораживания и оттаивания. Для этого необходимо повышать морозостойкость бетона.

Одним из видов железобетонных изделий, к которым предъявляются повышенные требования по прочности и морозостойкости, являются бетонные дорожные покрытия. Дорожные плиты в процессе эксплуатации подвергаются механическому воздействию, влиянию окружающей среды и химических реагентов. Таким образом, главная задача в обеспечении долговечности бетонных покрытий состоит в увеличении морозостойкости бетона.

Увеличение морозостойкости бетона может быть достигнуто путем понижения В/Ц за счет упрочнения структуры цементного камня и уменьшения капиллярной пористости, которая пропорциональна количеству воды затворения. Повысить морозостойкость можно также созданием в бетоне дополнительного объема воздушных пор с помощью специальных воздухововлекающих добавок. Нормативные документы регламентируют использование в дорожных бетонах добавок воздухововлекающего и пластифицирующего действия. При этом уменьшается водопоглощение бетона, и создается замкнутая пористость, что положительно сказывается на морозостойкости.

Тем не менее, соблюдение данных правил во многих случаях не предотвращает разрушение бетонных конструкций. Необходимы особые требования к исходным материалам, а именно вид применяемого цемента, качество заполнителей и добавок. ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент» вводит ограничение на содержание в портландцементе трехкальциевого алюмината (C_3A) в количестве не более 8% по массе. Некачественный заполнитель, в свою очередь, приводит к снижению прочности и морозостойкости бетона. Наиболее эф-

фективным и относительно простым способом повышения морозостойкости является комплексное применение воздухововлекающей и пластифицирующей добавки.

Важными условиями, определяющими морозостойкость бетона, помимо прочности, являются его однородность и пористость, а также использование материалов, отвечающих нормативным требованиям. Следовательно, качество бетона достигается выполнением всех указанных мер. Таким образом, обеспечение морозостойкости бетона, то есть сохранение долговечности и эксплуатационной надежности в течение срока службы, - проблема, имеющая большое практическое значение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гальцева Н.А., Булдыжова Е.Н., Бурьянов А.Ф.* Гипсовые вяжущие с различной водопотребностью для производства пеногипсовых оснований полов и изделий. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 195-197.
2. *Елсуфьева М.С., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф., Нуртдинов М.Р., Какуша В.А.* Оценка долгосрочного изменения свойств сталефибробетонов с расширяющими добавками. Строительные материалы. 2015. № 7. С. 21-23.
3. *Панченко А.И., Бурьянов А.Ф., Соловьев В.Г., Козлов Н.В., Пашкевич С.А.* Комплексная оценка эффективности применения гипсового вяжущего повышенной водостойкости. Строительные материалы. 2014. № 12. С. 72-75.
4. *Корнеев А.Д., Губарев В.Я., Синельников Д.С., Соловьев В.Г.* Экспериментальные исследования тепловлажностной обработки бетона продуктами сгорания природного газа. Технологии и материалы. 2007. № 1. С. 30.
5. *Александрова О.В., Мацевич Т.А., Кирьянова Л.В., Соловьев В.Г.* Статистические методы решения технологических задач. Москва, 2015.
6. *Алимов Л.А., Стенечкина К.С., Воронин В.В., Александрова О.В.* Дилатометрический метод анализа структуры наномодифицированных бетонов // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 4. С. 58-61.
7. *Нуртдинов М.Р., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф.* Мелкозернистые бетоны, модифицированные нановолокнами $AlOON$ и Al_2O_3 . строительные материалы. 2015. № 2. С. 68-71.

ВИДЫ, ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СПОСОБЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОРРОЗИИ В ТЕЛЕ БЕТОНА

Продукты гидратации цемента - искусственный камень является основным компонентом бетона, который определяет его свойства и долговечность. Долговечность можно определить как соотношение степени агрессивности воздействий на бетон и его стойкостью к этим воздействиям. Суровые условия эксплуатации, в том числе в агрессивных средах, способствуют такому процессу, как коррозия – ухудшение физико-механических и физико-технических свойств в бетоне с течением времени без возможности восстановления. Из чего можно сделать вывод, что коррозия влияет не только на свойства но и структуру композиционного материала через взаимодействие агрессивных компонентов с цементным камнем [1].

Рассмотрим виды коррозии, действующие на цементный камень, в соответствии с классификацией, предложенной В.М. Москвиным.

Коррозия первого вида называется выщелачиванием и заключается в том, что при действии мягких вод (жесткостью менее 4 мг экв/л) растворяется и выносится $\text{Ca}(\text{OH})_2$ из тела бетона, оставляя за собой поры.



Рис. 1. Растворение и вынос гидроксида кальция из бетона плотины

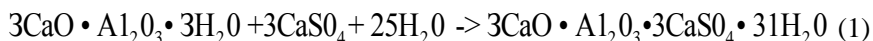
Гидроксид кальция является самым растворимым соединением в цементном камне, и он неизбежно выделяется при гидратации фазы алита и, в малых количествах, фазы белита. Она имеет широкое распространение на гидротехнических сооружениях (рис.1). Выделения $\text{Ca}(\text{OH})_2$ карбонизируются и образуется труднорастворимый CaCO_3 , возникают белые налёты на поверхности тела бетона. В этом случае происходит

замедление выщелачивания, но при интенсивной фильтрации карбонизация этот процесс замедлить не сможет. В процессе формирования структуры бетона снижение содержания $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на 30% повлечет падение прочности, прочность бетона станет близкой к нулю. Чтобы противодействовать вышеизложенному виду коррозии, одним из активно применяемых способов является ввод в состав АМД (активные минеральные добавки), которые свяжут $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в низкоосновные гидросиликаты кальция и, таким образом, повысят плотность бетона. А значит и повысится непроницаемость бетона. Среди АМД выделяют природные (трепел, опока, диатомит и т.д.) и искусственные (микрокремнезём, зола унос, отходы пористых заполнителей и т.д.). Грамотно подобранный зерновой состав заполнителей и наполнителей с непрерывной granulometрией так же повысит плотность бетона.

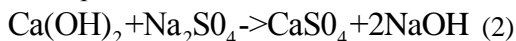
Коррозия второго вида называется кислотной и происходит тогда, когда на цементный камень действуют воды с растворёнными в ней кислотами или сами кислоты. В результате происходит растворение компонентов цементного камня, начиная с поверхности, образование растворимых продуктов коррозии или выделение труднорастворимых в воде рыхлых новообразований, не обладающих прочностными свойствами. При действии избыточного количества CO_2 , растворённого в воде, осуществляется процесс углекислотной коррозии, имеющий место в природных условиях. При этом защитная плёнка из CaCO_3 растворяется и процесс коррозии первого вида продолжается, т.е. здесь одновременно протекает I и II вид коррозии. В торфяных почвах в малых количествах иногда встречаются серная и сернистые кислоты. В больших количествах кислоты встречаются в производственных сточных водах предприятий, в грунтовых водах, засоренных продуктами и отходами различных органических и неорганических веществ. Действие органических кислот, встречающихся в пищевой и сельскохозяйственной промышленности, также разрушительно – растворяется гидроксид кальция и образуются кальциевые соли соответствующих кислот.

Защитить бетон от коррозии II вида в полной мере невозможно, так как ни один цемент не стоек к воздействию веществ, вызывающих данный вид коррозии. Однако повышение плотности бетона будет препятствовать проникновению этих веществ в тело бетона, а для защиты поверхности в случае сильноагрессивной среды необходимо выбрать защитное покрытие в соответствии СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии». Заполнители также должны быть стойкими к кислой агрессивной среде, поэтому от использования заполнителей из карбонатных пород лучше отказаться. Альтернатива – кислотоупорные бетоны, например бетон на кварцевом кремнефтористом цементе с шамотными заполнителями, полимербетоны.

Коррозия третьего вида называется сульфатной и заключается в том, что в капиллярно-пористой структуре бетона при соприкосновении сульфат-ионов, находящихся, например, в морской или грунтовой воде [4], происходят обменные реакции между ними и гидроалюминатом кальция с образованием вторичного этtringита (реакция 1). Сначала это приводит к заметному упрочнению в начальные сроки, а затем к росту внутренних растягивающих напряжений и, в итоге, к разрушению бетона, т.к. этtringит (гидросульфоалюминат кальция) занимает примерно в 2,5 раза больший объём, чем исходный гидроалюминат кальция.



Если в водном растворе нет сульфата кальция, но есть сульфат натрия, то происходит реакция 2:



Затем образуется этtringит из CaSO_4 по реакции 1. Важно отметить, что этtringит образуется, когда соблюдены условия: есть четырёх- или трёхкальциевый гидроалюминат, который устойчив в растворе гидроксида кальция концентрации не менее 1080 для четырёхкальциевого и 560 мг/л для трёхкальциевого гидроалюмината в пересчете на CaO . Если концентрация гидроксида кальция ниже, то образуется двухкальциевый алюминат и образование этtringита исключено. В этом случае нетрудно догадаться, что снижение количества гидроксида кальция с помощью, например, АМД, серьёзно снизит сульфатную коррозию. Повышение плотности бетона так же повысит сульфатостойкость, т.к. проникновение сульфат ионов в тело бетона будет невозможно [2].

Подводя итог, можно сказать, что способы защиты от всех трёх видов коррозии мало отличаются друг от друга и связаны в основном с повышением плотности, непроницаемости и нерастворимости бетона и его компонентов, чтобы коррозионные агенты не смогли проникнуть в тело бетона и разрушить его.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кузнецова И.Н., Ращупкина М.А.* Процессы коррозии цементного камня в его структуре. Вестник СибАДИ, выпуск 2 (24), 2011.
2. *Ларсен О.А., Александрова О.В.* Применение техногенных отходов промышленности в технологии бетона. ГрГУ им. Я. Купалы. 2015.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАЛОКЛИНКЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

На сегодняшний день одним из основных направлений в строительной индустрии является увеличение объёмов малоэтажного строительства. Это влечет за собой рост и развитие предприятий по обеспечению качественным и недорогостоящим строительным материалом, например, фундаментные блоки. Наиболее сообразным способом изготовления таких материалов является вибропрессование с немедленной распалубкой, что зачастую влечет за собой перерасход цемента и значительное превышение фактической прочности бетона, по отношению к нормативным показателям. Применение многокомпонентных вяжущих с пониженным содержанием клинкера и низкой водопотребности (ВНВ) способствует обеспечению прочностных свойств и долговечности бетона, а также исключению его перерасхода.

С учетом требований, предъявляемых к бетонам для строительства малоэтажных зданий, наиболее перспективными являются малоклинкерные вяжущие (МКВ), которые представляют из себя разновидность вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) с содержанием клинкерного компонента менее 30%. На данный момент в цементной промышленности для производства клинкерных портландцементов вводятся активные минеральные добавки (АМД). Они способствуют экономии дорогостоящего клинкера, энергосбережению, уменьшению выбросов углекислого газа в атмосферу, а также получению особых видов портландцементов со специальными свойствами, но заводы России выпускают лишь 60-70% портландцемента. Специальные виды портландцемента, например, сульфатостойкий, производится на трёх цементных заводах. К сожалению, практически отсутствует выпуск малоклинкерных портландцементов.

Производство малоклинкерных портландцементов регламентируется ГОСТом 31108-2003, разрешающим использовать при изготовлении композиционных портландцементов менее трёх минеральных добавок различного происхождения. Если портландцемент содержит более 40% клинкера, то он будет относиться к типу ЦЕМ V. Минимальных расход клинкера обеспечивается за счет содержания 11-30% доменного гранулированного шлака и 11-30% пуццалонической добавки или добавки золы-уноса. В указанном ГОСТе существует ограничение тремя видами минеральных добавок, хотя при использовании различных промышлен-

ных отходов можно получить более перспективные портландцементы, которые будут обладать набором особых свойств, таких как: безусадочные и расширяющиеся портландцементы, цементы для зимнего бетонирования, портландцементы для самоуплотняющихся бетонов. На сегодняшний день именно такие цементы необходимы в развивающемся малоэтажном строительстве. К сожалению, крупные заводы по производству цемента не заинтересованы в производстве таких портландцементов, так как это ведет к дополнительным материальным и энергетическим затратам. Основной причиной, по нашему мнению, является отсутствие конкуренции на рынке производства.

Одним из решений может послужить появление установок для помола, которые будут работать на излишках клинкера. Это приведет к снижению энергозатрат. Развитие малоэтажного строительства будет требовать увеличения объемов стеновых материалов. Ограждающие конструкции должны обладать рядом свойств, таких как тепло-, звуко-, атмосферозащитными свойствами, которые сложно получить при помощи использования традиционных материалов. Кроме того, ограждающие конструкции не всегда обладают необходимым термическим сопротивлением. Эта проблема решается путём введения в смесь воздушного (строительного гипса) и гидравлического (портландцемент) вяжущих, а также активных минеральных добавок (доменные гранулированные шлаки, пуццалонические добавки).

Следующим способом улучшения характеристик цемента может стать сульфатизация, наиболее распространенный вариант - гипсоцементное вяжущее с использованием портландцемента и строительного гипса. Материалы на их основе отличаются быстрым твердением, изготовлением по беспропарочной технологии, что значительно уменьшает расход цемента. Бетонные смеси на их основе могут использоваться при монолитном бетонировании ограждающих конструкций. Но основной проблемой одновременного использования гипсового вяжущего и портландцемента является гипсоцементный камень, который после 28 суток твердения склонен к деструктивным явлениям. АМД в этом случае не влияют на долговечность изделий. В состав малоклинкерного гипсоцементного вяжущего необходимо ввести минеральные добавки, предупреждающие возникновение дестабилизирующих явлений. Для решения этих проблем экспериментально вводились добавки: высококальциевая зола ТЭЦ, получаемая при сжигании бурых углей, доломит, строительный гипс марки Г5АЦ, сульфатосодержащий отход химического производства. Исследования проводились цементным заводом ОАО «Искитимцемент». По результатам исследований малоклинкерные золосодержащие композиционные портландцементы являются безусадочными, получается бездефектный цементный камень с расширением 1,0-

1,5 мм/м. Доломит способствует равномерному изменению объема при твердении. Получению прочного бездефектного водостойкого и безусадочного цементного камня способствует введение в портландцемент зольногипсовой добавки. Такие гипсоцементнозольные вяжущие в течении года равномерно набирают прочность, в отличии от гипсоцементнопуццалановых. Однако существуют и недостатки, такие как быстрое схватывание, но этот процесс регулируется введением добавок – замедлителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шкробко Е.В., Маноха А.М., Гущина Е.Н., Андрюшина Е.Е.* Эффективные гипсоцементнозольные композиционные вяжущие вещества // Ползуновский вестник. 2012. №1/2. С.153-156.

2. *Ларсен О.А., Александрова О.В.* Применение техногенных отходов промышленности в технологии бетона. ГрГУ им. Я. Купалы. 2015.

3. *Довыденко Т.А., Ларсен О.А.* Нанотехнологии в строительном материаловедении. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 828-830.

4. *Алимов Л.А., Стенечкина К.С., Воронин В.В., Ларсен О.А.* Влияние температурно-влажностных условий на формирование структуры бетонов с наномодификаторами // Научное обозрение. 2015. № 10-1. С. 122-125.

5. *Ларсен О.А., Дятлов А.К.* Повышение эффективности мелкозернистых бетонов добавками поликарбоксилатных пластификаторов для монолитного домостроения // Технологии бетонов. 2013. № 10 (87). С. 14-15.

6. *Галкина О.А.* Повышение эффективности бетонов для монолитных полов полимерными добавками. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. МГСУ. Москва, 2004.

7. *Александрова О.В., Мырзаханова И.В.* Оптимизация состава и технологии бортового камня // Вестник МГСУ. 2010. № 4-5. С. 15-18.

8. *Александрова О.В., Мацевич Т.А., Кирьянова Л.В., Соловьев В.Г.* Статистические методы решения технологических задач. Москва, 2015.

ПРИМЕНЕНИЕ ДОРОЖНОГО БЕТОНА ДЛЯ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС

Еще с древних времен строительство дорог являлось одним из важнейших направлений в строительной сфере. Развитие авиации и автомобильного транспорта в первую очередь затронуло именно эту отрасль строительства. Однако не для каждого транспорта или другого вида техники соответствует тот или иной тип дороги. Например: для авиатранспорта недостаточно тех свойств, которыми обладает асфальтобетон на битумном вяжущем. Поскольку в данное время самолет является самым быстрым и удобным видом транспорта, то вопрос о строительстве и улучшения надёжности дороги (взлетно-посадочной полосы) еще долгое время не будет терять своей актуальности [1].

Строительство покрытий аэродрома похоже на строительство автомобильных дорог, однако следует учитывать свои нюансы. В отличие от автодорог, воспринимающих нагрузки только от массы автомобилей аэродромное покрытие должно справляться с динамическими нагрузками от взлетающих и приземляющихся аппаратов, постоянно испытывать термические и механические нагрузки от газо-воздушных струй авиадвигателей, быть устойчивым к воздействию химических препаратов, предотвращающих обледенение, выдерживать длительную статическую нагрузку в процессе стоянки многотонных воздушных судов [2]. Поэтому наилучшим материалом в наше время является дорожный бетон.

Дорожный бетон относится к тяжелым бетонам. Отличительной особенностью такого бетона - способность выдержать постоянные большие нагрузки. Создание максимально долговечного бетона положительно влияет на экономические затраты [3]. Для стойкости и прочности применяют ряд специальных добавок, влияющих на качественные характеристики. Полимерные примеси повышают прочность дорожного бетона даже в агрессивной среде [4]. Дополнительное армирование бетона фиброволокном (одними из наиболее эффективных являются базальтовые фиброволокна) улучшает его стойкость к динамическим нагрузкам. Однако, чтобы соорудить качественное дорожное покрытие следует придерживаться строгой рецептуры производства правильного раствора, утвержденной в ГОСТ. Необходимо придерживаться пропорций цемента (портландцемент гидрофобный или пластифицированной), песка (средних и крупных размеров), наполнителей (гранитный или гравий), предельная прочность должна составлять 1200 кг/м^2 ,

добавок в соотношении 1:2:5. Для получения оптимального необходимых характеристик дорожного бетона, нужно придерживаться водоцементного отношения (В/Ц) 0,5 для поверхностных слоёв, 0,6 для нижних и промежуточных слоев и 0,75 для укладки основания [5]. В ГОСТ 10268—80 установлены предельные диаметры частиц заполнителя. Для верхнего слоя диаметр не более 20 мм, а нижнего — 40 мм [6]. Заполнитель влияет на монолитность основы, его количество не должно превышать 450 кг/м³ для нижнего и промежуточного слоев, а для верхнего — 500 кг/м³. От правильного соотношения зерен заполнителя и вяжущего зависит подвижность бетона, которая не должна превышать 20 мм. Для пористости применяют воздухововлекающие добавки, влияющие на морозостойкость и сопротивляемость химическому воздействию. Чтобы ускорить твердение плоскости в процессе смешивания в бетонную смесь вводят пластификаторы. Они добавляются перед укладкой бетона. Вместе с воздухововлекающими примесями и цементом они обеспечивают максимально высокие свойства бетона. Все добавки должны использоваться согласно инструкциям производителей.

Поскольку сфера дорожного производства имеет высокую степень ответственности, то ГОСТ указывает, что цементный раствор для сооружения бетонных дорог должен отвечать следующим требованиям [7]:

- Марка по морозостойкости должна быть не ниже 150 – она выбирается в зависимости от региона, в котором будет построено дорожное покрытие.

- Марка по прочности начинается от М400 для создания верхнего слоя, на который приходятся основные воздействия и М300 для основания.

- Микротрещины. Поскольку строительство чаще всего проходит в неблагоприятных погодных условиях, то раствор должен иметь низкий уровень образования микротрещин при твердении бетона.

- Стойкость к внешним воздействиям. Дороги постоянно подвергаются влиянию вибраций от транспорта.

- Химическая стойкость. В зимнее время дороги покрывают веществами, уменьшающими скольжение по льду, но вредными для строительных материалов.

- Растяжение. Большая нагрузка в дорожных бетонах падает не только на сжатие, но и на растяжение. На взлетно-посадочных полосах это, как правило, происходит при взлете и посадке самолёта.

Прежде чем укладывать раствор, требуется проверить все составляющие части бетонной смеси [8]. Это необходимо для проверки, качеств и свойств добавок и заполнителей, необходимых материалу. Результат экспертизы записывается в протоколе по каждому параметру отдельно.

Этот документ является частью договора на строительные работы. Если строительство другого объекта проводится в идентичной местности и условиях окружающей среды, то вполне можно использовать предыдущие данные, если их срок годности не превышает 2 лет.

Итак, дорожный бетон – это сложный по своему составу и способу производства материал, требующий высокой ответственности при его производстве и соблюдения требований ГОСТ. Однако, этот материал является неотъемлемой частью не только в сфере производства и строительства, но и нашей повседневной жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шейнин А.М.* Цементо-бетон для дорожных и аэродромных покрытий.
2. *Ковалёв Я.С., Кравченко С.Е., Шумчик В.К.* Учебное пособие, Дорожно-строительные материалы и изделия.
3. *Александрова О.В., Мырзаханова И.В.* Оптимизация состава и технологии бортового камня // Вестник МГСУ. 2010. № 4-5. С. 15-18.
4. *Александрова О.В.* Разработка рецептуры и технологии изготовления и применения для деталей мебели экологически чистых клеев на основе карбаминоформальдегидных смол. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1997.
5. *Алимов Л.А., Стенечкина К.С., Воронин В.В., Александрова О.В.* Дилатометрический метод анализа структуры наномодифицированных бетонов // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 4. С. 58-61.
6. *Александрова О.В., Мацевич Т.А., Кирьянова Л.В., Соловьев В.Г.* Статистические методы решения технологических задач. Москва, 2015.
7. *Гальцева Н.А., Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н.* Исследование свойств и перспективы применения вяжущего на основе синтетического ангидрита // Научное обозрение. 2015. № 22. С. 157-161.
8. *Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н., Гальцева Н.А.* Модификация структуры ангидритовых и гипсовых вяжущих веществ. Сборник докладов Шестнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2013. С. 468-470.

*Студент магистратуры 1 года обучения 31 группы ИСА Ефшиов Л.И.,
Инженер I категории Пецка В.М.
Научный руководитель – доц. кан. тех. наук доц. В.Г. Соловьев*

ВЛИЯНИЕ СУПЕРАБСОРБИРУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ И БЕТОНОВ

Суперабсорбирующие полимеры («САП») это новая перспективная добавка для цементных растворов и бетонов. Эти полимеры могут поглощать значительное количество воды, а затем медленно высвободить ее. Таким образом, основным критерием оценки САП будет их способность к поглощению и отдаче воды с течением времени.

Период и скорость поглощения и отдачи воды можно контролировать путем модификации САП под конкретную практическую задачу. Например, если САП быстро поглощает воду, то он так же быстро будет высвобождать воду в систему, и наоборот. Таким образом, САП могут контролировать реологию в начальный период времени, а затем могут насыщать влагой уже затвердевшую систему, препятствуя аутогенному трещинообразованию.

Аутогенное трещинообразование возникает в связи с возрастанием давления в капиллярных порах, по мере поглощения воды в ходе гидратации, и понижением относительной влажности в цементном вяжущем [1,2]. Повышение капиллярного давления образует трещины и деформирует скелет материала, что ведет к разрушению и появлению отрицательных эффектов в микроструктуре [3,4]. При уменьшении количества свободной воды во время начального периода твердения бетона САП высвобождает накопленную ранее воду, позволяя поддерживать неизменный уровень влажности в некоторой области вокруг себя [5]. Эффективность введения данной добавки была исследована в нескольких работах, наиболее результативными стали работы, выполненные докторами О.М. Дженсоном и П.Ф. Хансоном. Было получено, что САП способны уменьшить аутогенное трещинообразование в цементных материалах.

Ряд исследований вывел то, что введение САП в цементные составы способно увеличить степень гидратации цементного камня [6]. Благодаря возможности у суперабсорбирующих полимеров отдавать воду при уменьшении общей влажности в структуре, они могут поддерживать гидратацию цементного камня как на начальной стадии, так и на протяжении всего срока твердения. Существует исследования [7], показывающие, что САП могут препятствовать проникновению хлора в цементный камень. Этот эффект проявляется за счет влияния добавки на

микроструктуру как затвердевшего цемента в целом, так и на начальной стадии твердения.

Добавка суперабсорбирующих полимеров в бетон является перспективным направлением для исследований, так как она позволяет поддерживать уход за бетоном в начальный период времени, снижая степень аутогенного воздействия. Следовательно, изучив основные процессы, которые происходят в бетоне после введения САП, можно решать сложные технические задачи по бетонированию. Информация по суперабсорбирующим полимерам в России представлена преимущественно зарубежными источниками. Ряд характеристик, полученных в других странах, необходимо подтвердить с использованием материалов, характерных для Российской Федерации. На данный момент требуется проведение работы по гармонизации европейских методик исследований данного вида добавок со стандартами Российской Федерации, а также определение физико-механических характеристик САП-модифицированных цементных составов, на основе имеющихся сырьевых материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *J. Weiss, S.P. Shah*, Shrinkage cracking of restrained concrete slabs, *J. Eng. Mech.* 124 (1998) 765–774.
2. *D.P. Bentz, K.A. Snyder*, Protected paste volume in concrete extension to internal curing using saturated lightweight fine aggregate, *Cem. Concr. Res.* 29 (1999) 1863–1867.
3. *O.M. Jensen, P.F. Hansen*, Water-entrained cement-based materials I. Principles and theoretical background, *Cem. Concr. Res.* 31 (2001) 647–654.
4. *P. Lura, O.M. Jensen, K. van Breugel*, Autogenous shrinkage in high-performance cement paste: an evaluation of basic mechanisms, *Cem. Concr. Res.* 33 (2003) 223–232.
5. *V. Mechtcherine, L. Dudziak, J. Schulze, H. Staehr*, Internal curing by Superabsorbent Polymers (SAP) – effects on material properties of self-compacting fibre-reinforced high performance concrete, in: *Int. RILEM Conf. Vol. Chang. Hardening Concr. Test. Mitigation*, 20–23 August, 2006: pp. 87–96.
6. *S. Igarashi, A. Watanabe, O.M. Jensen, P. Lura, K. Kovler*, *Int. RILEM Conf. Vol. Chang. Hardening Concr. Test. Mitig.*, 2006, pp. 77–86.
7. *L. Dudziak, V. Mechtcherine, S. Hempel*, Mitigating early age shrinkage of Ultra-High Performance Concrete by using Super Absorbent Polymers (SAP), in: *Creep Shrinkage Durab. Mech. Concr. Concr. Struct.*, Taylor & Francis, 2010, pp. 847–853.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОПОТРЕБНОСТИ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Определение водопотребности гипсовых вяжущих является трудоёмким и время затратным процессом. При этом зачастую точность определения зависит от человеческих факторов, таких как интенсивность взбивания гипсового теста, случайные и грубые ошибки в ходе проведения опыта. Чтобы понизить процент ошибки в данных измерениях, ускорить и упростить процесс, целесообразно использовать механизм автоматического определения водопотребности гипсовых вяжущих.

Данный механизм представляет из себя систему, которая работает по следующему принципу:

В большой тонкостенный цилиндр диаметром 79 мм засыпается необходимое количество гипсового порошка.

На пульте управления выбирается необходимый объём воды и включается запуск механизма.

Через кран наливается необходимое количество воды и начинает работать миксер.

Через заданное количество времени миксер выключается, начинает вращаться диск и открывается автоматический заслон.

Через малый тонкостенный цилиндр диаметром 49 мм готовое гипсовое тесто попадает в вискозиметр Суттарда. Автоматический клапан срезает излишки гипсового теста и закрывает нижний заслон. Растянутые пружины начинают сжиматься и поднимают вискозиметр вверх на 95 мм. Гипсовое тесто вытекает на подставку с концентрическими окружностями. Можно проводить замеры.

После проведения опыта достаточно повторно включить систему, не добавляя гипсового порошка, чтобы прибор отчистился и был готов к следующему испытанию.

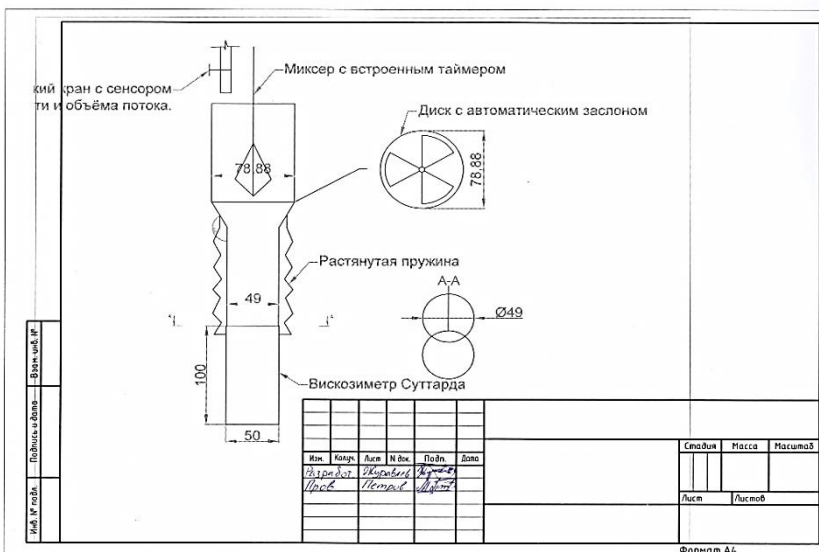
После каждого цикла на экране прибора будет автоматически выводиться посчитанная водопотребность, в зависимости от массы гипсового теста, которую мы укажем, и объёма воды, который мы задаём в начале опыта. После того, как опытным путём мы придём к тому, что диаметр расплыва гипсового теста будет иметь диаметр 180 ± 5 мм, мы сразу, не проводя расчетов, сможем узнать его водопотребность на экране.

Преимущества установки:

Сокращает время проведения опыта за счёт: автоматического набора воды нужного объёма, автоматического расчёта водопотребности, простоты использования, простоты чистки прибора;

Увеличивает точность проведения опыта: взбивает гипсовое тесто с одной интенсивностью и скоростью; исключает человеческие ошибки и неточности касательно времени взбивания и залива в вискозиметр; исключает грубые и случайные человеческие ошибки, тем самым сокращая количество повторений опыта;

Выполняет механическую работу за человека, что позволяет без труда выполнять большое количество опытов (за короткое время).



Данная установка будет очень актуальна в современном производстве. Она позволит сократить время и увеличить качество проводимых опытов, а так же повысить производительность строительных, сырьевых предприятий и лепных мастерских.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гальцева Н.А., Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н. Исследование свойств и перспективы применения вяжущего на основе синтетического ангидрита // Научное обозрение. 2015. № 22. С. 157-161.
2. Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н., Гальцева Н.А. Модификация структуры ангидритовых и гипсовых вяжущих веществ. Сборник докладов Шестнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2013. С. 468-470.

НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ВСПЕНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Главный принцип новых материалов – гармония с природой: качество материала, качество среды обитания и влияние проекта на окружающую среду.

В настоящее время наиболее востребованными теплоизоляционными материалами в России являются минеральная вата (38,14 %), стекло-вата (30,39 %) и пенополистирол (20,22 %). Вспененные материалы представляют собой дисперсные системы, где дисперсная фаза – газ, дисперсионная среда – твердое тело. Например, пенополистирол, пеностекло, пеноглина, пенополиэтилентерефталат, пенополивинилхлорид, пенополипропилен, пенополиэтилен, пенополиуретан.

В мире 48 % всего пенополистирола используется в строительстве как конструкция (стенные блоки и перекрытия, утеплитель, навесные фасады, полистиролбетон, декор и для утепления дорог) и 46 % для упаковки. Пенополистирол относится к термопластичным материалам.

Вспененный полистирол (ПСВ), с поверхностной обработкой частиц, получают методом суспензионной полимеризации стирола в присутствии пентана и полимеризацией в массе (блочный метод). Синтез полистирола в результате реакции полимеризации протекает по свободнорадикальному или ионному механизму. Наибольшее применение в настоящее время находит свободно-радикальный метод. Мономером является стирол. Реакции полимеризации с переносом атома увеличивает число мономеров для получения разнообразных блок-сополимеров. Оптимальные значения молекулярных масс для полистирола составляют 300 000 – 400 000. Полистирол с большой молекулярной массой полученный методом блочной полимеризации более экологичный, так как фактически свободен от мономера (стирола).

Наиболее востребованными становятся композитные материалы, сделанные из материалов с разными свойствами, которые вместе работают еще лучше. Так из пенополистирола был изготовлен новый материал с добавлением графита (Neopor). В результате звуко- и тепло- показатели улучшились на 20 %. А швейцарская компания Swisspor использует продукт Neopor (BASF) в своей конструкции Lambda Vento, предназначенной для навесных вентилируемых фасадов.

Но более долговечным, огнестойким и экологичным материалом является пеностекло. Пеностекло, как и классическое стекло в своем составе содержит такие соединения, как SiO_2 , CaO , Na_2O , MgO , Al_2O_3 .

В таблице 1 приведены основные физико-механические характеристики пеностекла, стеклокомпозитов и традиционных строительных материалов.

Таблица 1

Сравнительная характеристика физико-механических свойств строительных материалов

Свойства	Пеностекло	Стеклокомпозит	ПВХ	Сталь	Алюминий
Плотность, т/м ³	0,11 - 0,2	1,6 - 2,0	1,4	7,8	2,7
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	250 - 300	690 - 1240	80 - 110	400	275
Модуль упругости, $\cdot 10^3$ МПа	1,15-1,39	21 - 41	2,8	210	70
Коэффициент линейного расширения, $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	8-10	5 - 14	57 - 75	11 - 14	22 - 23
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,04 - 0,08	0,04 - 0,16	0,052	58	203 - 221
Коррозионная стойкость	отличная	отличная	отличная	плохая	средняя

Пеностекло, как и пенополистирол является дисперсной системой с газовой дисперсионной средой, то есть это «стеклянная» пена. Газовая среда не взаимодействует с атмосферой. Давление газовой среды в стеклянных ячейках гораздо ниже атмосферного давления, потому что вспенивание происходит за счет выделения газов коксом, антрацитом и сажей при высоких температурах, порядка 1000°C. В результате процессов газообразования и вспенивания стекла объем увеличивается до 10 - 14 раз. При таком производстве образуются блоки из пеностекла, которые используют для тепло- и звукоизоляции. Полученный материал обладает достаточной прочностью и высокой способностью противостоять механическим нагрузкам. В результате образующаяся матрица узлов и связей структуры пеностекла представляет собой пространственно-объемную конфигурацию, которая способна при наименьшей плотности выдерживать максимальные нагрузки.

Этот материал в России применяли для теплоизоляции кровель спорткомплекса и бассейна "Олимпийский", здания МИД России, зда-

ния Счетной палаты РФ, Большого Кремлевского Дворца, Ледового Дворца, стилобата "Башня-2000" в "Москва-Сити" и многих других объектов.

Для получения пеноглины глина обжигается в печи при температуре 1200 °С. Во время этого процесса воспламеняются органические компоненты глины и появляется расширенная глина с мелкими порами. В результате получают экологичный, огнестойкий материал с хорошими показателями тепло- и звукоизоляции.

Не менее интересен материал «живой» утеплитель, который делают из растительных отходов на которых живет грибок. Этот материал производит себя сам, не требует энергии, не требует света. Основа для него может быть произведена в любой части света: это могут быть отходы хлопкового производства в США и рисового в Азии. А бояться, что он будет расти дальше, на доме, не нужно – в финальной стадии рост грибницы останавливают, нагревая материал до определенной температуры. Материал скоро выйдет на рынок, и тесты обещают ему успех.

Патрик Блан - изобретатель системы "Вертикальные сады". Здесь предусмотрена целая система крепления растений, разнообразие которых почти ничем не ограничено. Растения не только дают кислород, очищают воздух и приносят внутрь города кусочек внешнего мира, но и сокращает теплотери.

Какой именно материал будет востребован покажет ближайшее будущее. Несомненно одно, что здания обязательно будут сосуществовать в гармонии с природой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Морозова Е.А., Майдан Д.А., Кузнец Е.А., Кутырёва Д.В.* Пенополиуретан - современный теплоизоляционный материал. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 9. С. 86.
2. *Комкова А.В., Рачинская М.П.* Пеностекло и его применение в России. Современные научные исследования и инновации. 2012. № 5. С. 18.
3. *Бруяко М.Г., Григорьева Л.С., Ушков В.А., Кравцова Д.В., Григорьева А.И., Сафонова Е.С.* Жидкостекольная композиция. Патент на изобретение Rus 2568446 29.12.2014.
4. *Шойхет Б.М.* Концепция энергоэффективного здания. Европейский опыт. Энергосбережение. 2007. № 7. С. 62-65.

ЗАПОЛНИТЕЛЬ КАК ДЕКОРАТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ БЕТОНА

Говоря о таком материале, как классический бетон, нам представляется массивная и прочная конструкция — стена серого цвета. В тех случаях, когда помимо физико-механических характеристик материал должен удовлетворять по проекту эстетическим задачам, актуально применение декоративного бетона, с сохранением их конструктивных возможностей и свойств [1].

Создавая фактурную имитацию поверхности материала, используют несколько технологий:

- штампованный метод;
- трафаретная технология;
- напыленная смесь.

В первом методе на еще влажную поверхность бетона наносят закрепитель, гидрофобные добавки (такие, как Penetron ADMIX, которая делает бетон тем прочнее, чем больше воды) и смесь, предотвращающая прилипание раствора к штампам (можно применить суперпластификатор С-3). Поверхность тщательно разглаживают, а после используют «шаблоны» — резиновые матрицы, имеющие текстурную форму. После затвердевания бетона, их снимают, поверхность промывают, удаляют излишки составов и веществ, которые применяли. Последний шаг — нанесение защитной гидрофобной пропитки, которая реагирует с бетоном, не препятствуя естественному испарению влаги и сохраняя структуру бетона [2].

Трафаретный метод отличается тем, что изображение, имитирующее какой-то материал, наносят с помощью бумажного шаблона. А также создаются узоры уже на затвердевшем бетоне.

Третья технология заключается в распылении пигмента по затвердевшему бетону [3].

Обратимся к заполнителям бетона: одним из основных факторов, влияющих на прочностные характеристики бетона. Используя аналоги стандартного крупного заполнителя, такие как розовый гранит, известняк, базальт, антрацит и другие, добиваются художественной выразительности поверхности бетона за счет обработки камня. Задача состоит в шлифовке затвердевшего декоративного бетона [4]. С помощью бучарды или пневматического молотка скалывают верхний слой до 1 см, тем самым максимально обнажая живописный заполнитель по всей площади. Чтобы упростить работу по выявлению крупного заполните-

ля, его предварительно не полностью утапливают в фактурный слой. Сам слой обрабатывают специальным составом из декстрина или буры, которые замедляют твердение цементного камня. Как итог, поверхностный слой удаляется за счет распыления воды под высоким давлением или слабо концентрированного раствора соляной кислоты. Кроме этого, используют жесткие щетки или пескоструйную обработку [5, 6].

Для полноценного раскрытия заполнителя по поверхности предпочитают использовать прерывистый зерновой состав из двух фракций. Здесь размеры зерен различаются в несколько раз, а фракция щебня более узкая, нежели у стандартных заполнителей, то есть 15-20 мм, а не 10-20 мм. В целом, на крупность и расстояние между зернами влияет желаемый результат; будет то стена дома, которую интересно обозреть уже из далека, или же камин, видом которого приятно наслаждаться, сидя напротив в кресле.

Цвет и оттенки самого заполнителя могут быть различными, такие розовый, красный и серый гранит, желтый и белый известняк, самые разнообразные цвета мрамора. А чтобы крупный заполнитель сочетался с основным фоном, используют песок подходящего оттенка, например, чистый кварцевый песок, а также применяют продукты дробления и помола крупного заполнителя [7, 8]. Из песка удаляют мельчайшие фракции до 0,315 мм, чтобы сохранить насыщенность цвета. Кроме песка на цвет основного фона могут влиять цветные пигменты. Используют минеральные, такие как соли металлов, оксиды, или синтетические композиционные пигменты, которые модифицированы специальными химическими добавками для лучшего распределения в окрашиваемой среде — это эфиры целлюлозы, антивспениватели.

Но красота красотой, а основные характеристики бетона никто не отменял. Для этих целей используют добавки, улучшающие качество бетонной смеси, регулируя процесс твердения. Добавляют суперпластификаторы, которые повышают прочность; ускорители и другие добавки. Когда речь заходит о тротуарном покрытии, то в бетон добавляют гидрофобизаторы, снижающие уровень водопоглощения и одновременно повышают уровень стойкости к трещинам [9]. Кроме этого применяются специализированные пропитки, которые на поверхности уже застывшего раствора образуют защитную пленку.

При производстве декоративного бетона никак нельзя обойтись без поверхностного отвердителя. Отвердитель состоит из специального вещества, предназначение которого в основном заключается в увеличении характеристик прочности и оформлении материала цветом.

Следует принять во внимание тот факт, что декоративный бетон может включать в себя различные включения. К этой категории относится армирование. Оно влияет на физико-механические показатели

изделия, защищая от дефектов и трещин, тем самым сохраняется целостность и структура постройки. Армирование осуществляется при помощи металлических элементов, а также используются новые технологии, включающие моноволокно и другие материалы. В завершении можно сказать, что декоративный бетон является прекрасной альтернативой природному камню. Он позволяет создавать изделия различной формы, цвета, структуры, сохраняя те же самые характеристики, такие как прочность на сжатие, долговечность, морозостойкость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. Уч. пособие для вузов, М.: высш. шк. 1987 г. С. 373-387.
2. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. М.: АСВ, 2011. 528 с
3. *Баженова О.Ю.* Особенности технологии декоративных бетонов. // Технологии бетонов. 2013. № 4 (81). С. 44-45.
4. *Баженова О.Ю., Баженова С.И.* Особенности структуры декоративных бетонов. // Успехи современной науки. 2016. Т. 3. № 6. С. 21-23.
5. *Баженова О.Ю.* Декоративные бетоны, имитирующие горные породы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2003.
6. *Баженова О.Ю., Баженова С.И., Архангельский Е.А.* Исследование свойств декоративных бетонов. // Вестник МГСУ. 2009. № S1. С. 330-332.
7. *Баженова О.Ю., Балакина А.Е., Банцеров О.Л. и др.* Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. Москва: НИУ МГСУ, 2016, 504с.
8. *Нуртдинов М.Р., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф.* Мелкозернистые бетоны, модифицированные нановолокнами Al₂O₃ и Al₂O₃. строительные материалы. 2015. № 2. С. 68-71.
9. *Елсуфьева М.С., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф., Нуртдинов М.Р., Какуша В.А.* Оценка долгосрочного изменения свойств сталефибробетонов с расширяющими добавками // Строительные материалы. 2015. № 7. С. 21-23.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОГО БЕТОНА

Серный бетон - это композиционный материал, получаемый путем смешивания заполнителей и элементарной серы в качестве связующего. Для повышения качества используются пластификаторы и антипирены, которые модифицируют серное связующие.

Сера является одним из основных отходов нефтеперерабатывающей и металлургической промышленности. В России отсутствует недостаток данного сырья, а предложение значительно превышает спрос. По данным на 2015 год спрос равен 2 млн. тонн. Два предприятия «Газпром» Оренбургский и Астраханский газоперерабатывающие комбинаты суммарно производят 6 млн. тонн серы.

Сера применяется в шинной и резинотехнической промышленности, производстве хлорсульфированного полиэтилена полисульфидных синтетических каучуков. При производстве целлюлозы десятая часть серы, также она входит в состав минеральных удобрений и препаратов сельскохозяйственной промышленности. Половина добываемой серы во всем мире идет на производства серной кислоты необходимой для химической промышленности.

Основная технология приготовления серного бетона следующая: нагретый до температуры 160°C заполнитель загружается в специальный, подогреваемый бетоносмеситель принудительного действия. Добавляют нагретую до температуры 160°C смесь из серы и модификатора и затем примешивают данную смесь.

При длительном хранении обычного портландцемента происходит снижение его активности, чего нельзя сказать про хранение серы. Данное преимущество значительно снижает расходы на хранение материала и его возможную потерю.

В качестве заполнителя при производстве серного бетона может использоваться шлак. Шлак является отходом металлургической промышленности, хранение его в отвалах наносит значительный вред окружающей среде. Его утилизация имеет серьезное значение, таким образом, при производстве серного бетона мы решаем некоторые экологические проблемы.

Стоимость тонны серы в среднем на 50 % дешевле стоимости тонны портландцемента. В совокупности с использованием различных отходов (шламом) итоговая стоимость тонны серного бетона будет меньше на 20% стоимости бетона на портландцементе.

Серный бетон является кислотостойким и практически водонепроницаемым, что позволяет его использовать в изготовлении резервуаров для хранения различных кислот.

При строительстве используются как готовые изделия – сборные конструкции, так и монолитные конструкции - когда происходит заливка бетонной смеси в опалубку. Применение серного бетона для монолитного строения имеет некоторые сложности т.к. бетонная смесь должно быть разогрета до температуры более 160 с⁰, что требует использования специальных установок. При наличии данных установок бетонирование может, осуществляться в зимний период, в отличие от обычного бетона не требуется использование специальных противоморозных добавок, и проведения мероприятий по прогреву бетонной смеси.

Наиболее высоки требования, к качеству бетонных изделий предъявляется к дорожным покрытиям – тротуарная плитка, дорожные плиты. Так как эти изделия подвергаются сильноагрессивным воздействиям окружающей среды, серный бетон отлично подходит для производства данных изделий.

При производстве строительных изделий существуют различные виды отходов: брак изделий. Отходы обычного бетона могут быть использованы только в качестве низкокачественного заполнителя, в отличие от отходов изделий серного бетона, которые могут быть вторично использованы.

Таблица 1

Характеристики серных бетонов

Характеристики	Цементный бетон	Серный бетон
Прочность на сжатие	20-40 МПа	85-102МПа
Предел прочности	2-4 МПа	13-22МПа
Прочность на сгиб	3-7,5 МПа	10-30МПа
Время набора на прочность	28 суток	1-1,2 часа
Коэфф. тепл.(кал/см.сек)	1,2-1,4	0,05-0,11
Химическая стойкость	низкая	высокая
Водопроницаемость	W2	W8

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.*, Технология бетона, -М.: Изд-во АСВ 2007. С. 365-366.
2. *Ахметова Р.Т., Медведева Г.А., Строганов В.Ф., Махиянова Л.Р., Ахметова А.Ю.* // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11/4 – С. 739–743.

ВЯЖУЩЕЕ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ

На сегодняшний день Россия занимает лидирующее место в строительстве. Основным строительным материалом является бетон. Это универсальный материал, позволяющий менять такие характеристики как: прочность, морозостойкость, огнестойкость, химическую стойкость, долговечность и т.д. в зависимости от требований к данному материалу, но изделия из бетона долго набирают необходимую прочность, это снижает скорость строительства, скорость производства. В строительной промышленности научились решать эту проблему, на рынке масса добавок ускоряющих процесс твердения, также применяются различные тепловые и тепловлажностные обработки изделий, созданы специальные аппараты помогающие добиться нужных условий для ускорения твердений такие как автоклавы, сушильные камеры. Но данные решения требуют больших энергоресурсов и материальных средств. В 80-ых годах появились эффективные пластифицирующие добавки, которые позволили сократить количество воды в бетонной смеси, не уменьшая, а даже в некоторых случаях увеличивая подвижность. Также эти добавки позволили улучшить физико-механические свойства бетонов, увеличить их прочность, морозостойкость. На их основе появились вяжущие низкой водопотребности (ВНВ) [1, 2].

Вяжущее низкой водопотребности (ВНВ) – это гидравлическое вяжущее, которое получается при тонком, совместном помоле портландцементного клинкера, гипсового камня и суперпластификатора. Во время помола происходит механохимическое взаимодействие минералов цементного клинкера с суперпластификатором. Такой процесс приводит к получению смеси с уникальными свойствами, во многом лучше чем у обычного портландцемента.

Характеристики бетона на вяжущих низкой водопотребности:

- класс прочности бетона от В60 до В100;
- снижение водопотребности на 20-25% при идентичной подвижности;
- сульфатостойкость и низкое тепловыделение при твердении;
- морозостойкость выше в 2-3 раза, т.к. образуется мелкопористая структура;
- теплостойкость в течение 17-23 часов, возможен отказ от тепловлажностной обработки;
- высокая дисперсность 3900-5100 см²/г;
- низкая водопотребность 17-20%.

ВНВ бывают по вещественному составу состоящие только из клинкера и многокомпонентные в состав которых входят активные и инертные минеральные добавки. В качестве активных минеральных добавок могут использоваться доменные шлаки и золы-унос, в качестве инертной обычно используют строительный песок. По механической прочности подразделяют на марки: ВНВ- 6001000 и ВНВ с минеральными добавками – 300... 800 [3, 4].

Таблица 1

Подразделение ВНВ по удобоукладываемости

Класс бетона по прочности	Марка бетонной смеси по удобоукладываемости		
	П1	П2	П3
V45	260	280	300
V50	290	310	330
V60	360	390	420
V70	430	460	500
V80	540	580	

Тонкость помола вяжущих по ГОСТ 3584-73 проход через сито 008 95%-ВНВ без добавок, 90%- ВНВ с мин добавками. Начало схватывания не ранее 45 минут, конец схватывания не позднее 10 часов.

Таблица 2

Технические характеристики ВНВ

Показатели	Величина
Цвет	серый
Удельная поверхность	не менее 450 м ² /кг
Марка по морозостойкости	F300

Процесс твердения бетона на ВНВ отличается от процесса твердения бетонов на стандартном портландцементе. Процесс структурообразования начинается очень медленно, в первые 3-7 часов после того как произошло затворение. Затем начинается активный рост кристаллов и начало интенсивного твердения. Индукционный период зависит от доли клинкера в вяжущей смеси, чем ее больше тем длительность периода

меньше. ВНВ долгое время остается активным, имеет повышенный набор прочности цементного камня и бетона в целом в ранние сроки твердения [5].

Применяют ВНВ для бетонов и железобетонов с повышенной прочностью, в декоративной отрасли применяют для устройства фасадов, интерьеров и частей малой архитектурной формы. При зимнем бетонировании, также используют ВНВ, нет необходимости прогревать конструкции, появляется беспрогревный способ бетонирования [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зырянов Ф.А.* Добавка на основе вяжущего низкой водопотребности для быстротвердеющего и высокопрочного монолитного бетона: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Челябинск. 2008.- 22с.
2. *Довыденко Т.А., Ларсен О.А.* Нанотехнологии в строительном материаловедении. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 828-830.
3. *Ларсен О.А., Александрова О.В.* Применение техногенных отходов промышленности в технологии бетона. ГрГУ им. Я. Купалы. 2015.
4. *Алимов Л.А., Стенечкина К.С., Воронин В.В., Ларсен О.А.* Влияние температурно-влажностных условий на формирование структуры бетонов с наномодификаторами // Научное обозрение. 2015. № 10-1. С. 122-125.
5. *Ларсен О.А., Дятлов А.К.* Повышение эффективности мелкозернистых бетонов добавками поликарбоксилатных пластификаторов для монолитного домостроения // Технологии бетонов. 2013. № 10 (87). С. 14-15.
6. *Галкина О.А.* Повышение эффективности бетонов для монолитных полов полимерными добавками. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. МГСУ. Москва, 2004.
6. *Александрова О.В.* Разработка рецептуры и технологии изготовления и применения для деталей мебели экологически чистых клеев на основе карбамидоформальдегидных смол. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1997.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕТОНОВ

Применение лёгкого заполнителя в бетонах делает его одним из наиболее востребованных материалов в строительстве. Как говорится в литературном источнике [1], он приобретает следующие положительные качества: при больших размерах блока они имеют сравнительно малый вес, вследствие этого при постройке здания и использовании легкого бетона для возведения стен, перекрытий сокращается нагрузка, действующая на основании здания.

Хорошие теплоизолирующие свойства. Чем больше воздуха содержит материал, тем меньше тепла он проводит. Материалы лёгкие с малой плотностью используют как теплоизоляцию. Большой экономический эффект можно получить при использовании легкого бетона со средней плотностью. Он имеет хорошую прочность для постройки сооружения из двух, трёх этажей.

Морозостойкость у легкого бетона до 50 циклов замораживания оттаивания. Ещё он обладают хорошей огнестойкостью. Это объясняется их низкой плотностью, за счет их пористости. Так же в состав многих легких бетонов добавляют кремнезёмистый заполнитель, который обладает хорошей огнестойкостью.

Отсутствие вредных примесей в сырье делает его экологически чистым. Это позволяет использовать его в несущих сборных и монолитных конструкциях, а так же в качестве тепловозвукоизоляционного материала в слоистых конструкциях наружных стен и плит покрытий, межквартирных перегородок и междуэтажных перекрытий.

За последние пять лет выпуск и использование легких заполнителей в России набирает всё большие и большие обороты [2]. На данный момент около 80% выпуска легкого заполнителя приходится на керамзит. Так же используются безобжиговые заполнители из побочных продуктов, отходов. В Европе их доля производства составляет около 35%, а в России пока только 7%.

В России упор делается на производство пористого заполнителя средней плотности, для использования легкого бетона в несущих конструкциях сооружений.

В МГСУ был разработан материал, позволяющие рационально использовать техногенные отходы и получить, например, достаточно легкий пористый безобжиговый зольный гравий или безобжиговый заполнитель, в центре которого – рыхлое ядро из асбестоцементного шлама с грануляцией на него плотной оболочки из различных вяжущих. Созда-

ны опытно-промышленные технологические линии. Особое внимание направлено на производство High Performance Concrete. Бетон такого типа имеет высокую прочность на сжатие 50 МПа, высокой морозостойкости и низкой проницаемостью. Разработан на основе пористых шлаковых заполнителей.

Для совершенствования технологии производства в МГСУ совместно с самарским университетом проводят исследования керамзитового гравия:

- на снижение насыпной плотности крупного заполнителя до 250-300 кг/м³
- на получение высокопрочного керамзита за счет рационального выбора сырья
- на снижение энергоёмкости и себестоимости производства.

Многие из этих разработок успешно проведены в Европейской части России.

В таблице 1 указаны данные из литературного источника [3] и [4].

Таблица 1

Наиболее распространённые лёгкие заполнители на территории РФ с основными свойствами

Вид заполнителя	Керамзит	Аглопорит	Вспученный перлит
Марка по прочности	П15-П25	П50-П250	П15-П150
Плотность, кг/м ³	250-800	300-1000	100-150
Морозостойкость	F15-F50	F15	F15
Водопоглощение	8-20%	15-35%	30%
Теплопроводность	0.10-0.15	0.6	0.04-0.08
Огнеупорность	не горит	не горит	не горит

Причина их наиболее массового использования заключается в том, что они при сравнительно небольшом весе, имеют хорошую теплоизоляцию. Главным плюсом является низкая стоимость продукции, а, следовательно, эти свойства делают этот материал одним из самых востребованных в строительстве [5, 6].

Особое место занимают исследования в области производства пеностекла. Этот материал состоит из замкнутых пор и отличается высокой механической прочностью, высокой морозостойкостью, долговечностью.

На 30% сокращается материалоемкость продукции, на 10% себестоимость продукции, на 80% увеличивается сопротивление теплопередаче, что является одним из главных показателей при использовании лег-

кого бетона как теплоизоляционный материал. Изготовление осуществляется из не перерабатываемых отходов стекольной промышленности, что благоприятно сказывается на экологической части окружающей среды.

Вывод: применение пеностекла в строительстве позволяет уменьшить толщину стен, тем самым увеличивая полезную площадь здания. Что касается применения, то в России на сегодняшний день отсутствуют крупные производства, за исключением небольших цехов. Связанно это с отсутствием, не совершенствованием технологии производства. Большие затраты на производство. В США и Европе широко применяют данную продукцию. В Германии имеются несколько больших заводов, в которых происходят изготовления цельных элементов жилого дома.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Роговой М.И.*, патент, технология искусственных пористых заполнителей, 2012.
2. *Хританков В.Ф.*, Легкие бетоны с гранулированным органическим заполнителем, Новосибирский государственный аграрный университет, 2009
3. *Путляев И. Е., Ярмаковский В. Н., Оrentлихер Л. П.*, Состояние производства и перспективы развития легких бетонов на пористых заполнителях в России, 2008.
4. ГОСТ 25820-2014 Бетоны легкие
5. *Звездов А. И., Ярмаковский В. Н.*, Легкие бетоны нового поколения в современном строительстве, газета “строительный эксперт”, 2005.
6. *Гальцева Н.А., Булдыжова Е.Н., Бурьянов А.Ф.* Гипсовые вяжущие с различной водопотребностью для производства пеногипсовых оснований полов и изделий. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 195-197.

ВОДОСТОЙКИЕ ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Гипс является одним из распространенных строительных материалов, его применение оправдывается быстрым набором прочности без тепловой обработки. И одна из актуальных проблем является его низкая водостойкость. Эта проблема не дает возможности применения гипсовых материалов в конструкциях, подверженных значительному воздействию влаги. Её решение позволит расширить область применения гипса в конструкциях, в бетонах в строительстве. Применение промышленных отходов (ПО) помогает повысить водостойкость гипсовых вяжущих, к тому же при этом решается проблема утилизации отходов производств как промышленных, так и пищевых.

Гипсоцементно-пущоцолановые вяжущие (ГЦПВ) – это однородная смесь, состоящая из гипсового вяжущего (50...65%) портландцемента (15...25%) и активной минеральной добавкой (20...30%). Один из способов указан в литературных данных [1]. В качестве ПО применяется силикагель, который является отходом осушки пригодного газа перед транспортировкой (отход газовой промышленности), в итоге идет как вторичный минеральный ресурс для производства строительных материалов. Сущность применения в том, что осуществляется гидроактивация портландцемента (ПЦ) в присутствии ПАВ.

Таблица 1

Примерное соотношение компонентов ГЦПВ

материал	мас. частей %
ПЦ	6 – 22
Полуводный гипс	40 – 66
Поверхностно-активное вещество	0,05 – 0,25
Карбонат щелочного металла	0,05 – 0,2
Силикагель	4 – 10
Вода	1,55 - 49,9

В итоге повышается прочностные факторы, скорость набора прочности и коэффициент водостойкости, соответственно повышается стойкость ГЦПВ во влажных условиях, так же появляется возможность применения в конструкциях, эксплуатируемых под значительным воздействием влаги. Композиционные гипсовые вяжущие (КГВ) получают смешиванием гипсового вяжущего (60..80%) с органоминеральным модификатором. КГВ считаются ГЦПВ нового поколения. Один из ПО

представлен в списке литературы [2]. Рассматривается применение кремнийсодержащих ПО (КПО) в качестве пуццолановой добавки в составе КГВ, такие, как перлитовая пыль (производство вспученного перлита) (ПП), пыль от производства отходящих газов обжиговой печи производства керамзита (КП), переработанный отсев мелкозернистого бетона (трогуарная плитка). Эти минеральные добавки содержат большое количество SiO_2 , поэтому могут использоваться в составе КГВ в качестве активной минеральной добавки (АМД) в размере 10 – 20 %. Использование перлитовой пыли не более 10 % повышает прочность и водостойкость ГВ.

Таблица 2

Виды ПО, применяемых для производства ВГВ

№	Название ПО (вид), информация об ПО	Описание компонентов	Описание технологии	Влияние на водостойкость, прочность, коэффициент размягчения
1	Отработанный силикагель и гидроксид кальция, [1]	Кремниевая кислота (SiO_2)	Осуществление гидроактивации ПЦ, связывание CaO , уменьшение его кол-ва	Повышение водостойкости и прочности коэффициента размягчения в разы
2	Переработанный отсев мелкозернистого бетона, [2]	Щебень, мелк. песок, кварц 50-55%, оксид кальция 35-40%, оксид алюминия 5%, оксид железа 4%	Обладая вторичными вяжущими свойствами, создают дополнительные центры кристаллизации новообразований	Увеличение в разы водостойкости, прочности, коэф. размягчения
3	КП, [2]	Свободный кремнезем, метатаколин, аморфная фаза обожжённого материала		
5	Фосфогипс (ФГ), [3]	Гипс 80 – 98 %, примеси фосфатов	Подготовка и обработка ФГ, ФтГ, БГ для производства ВГВ	Получение КГВ, которые имеют повышенную водостойкость, прочность (10-30 МПа), коэф. размягчения

Вывод: применение промышленных отходов в производстве ГВ позволяет получить ГВ повышенной водостойкости и прочности, а так же решает проблему утилизации самих отходов.

Наиболее эффективный вид ПО является силикагель (СГ) с применением гидроксида кальция, так как силикагель позволяет увеличить водостойкость материала вне зависимости от чистоты СГ, а $\text{Ca}(\text{OH})_2$ повышает прочность материала.

К тому же данный вид ПО не требует дополнительных обработок перед применением. Кремнийсодержащие (пуццолановые) добавки тоже повышают прочностные показатели и водостойкость, но требуют дополнительной обработки перед применением, как и ФГ, ФтГ и БГ. Применение ПО дает возможность повысить прочность до 30 МПа и коэф. водостойкости более 0,8.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Альварис Я., Ермаков Е. И.*, патент, Способ получения ГЦПВ, 2012
2. *Старостина И. В., Ефремов Р.О., Порожнюк Е. В., Старостина Ю. Л., Шайхиев И. Г.*, Использование кремнеземистых промышленных отходов в технологии композиционных гипсовых вяжущих, Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016
3. *Коровяков В. Ф.*, Современные достижения в области создания гипсовых вяжущих, М: ГУП «НИИМОССТРОЙ», 2006
4. *Попов Л.Н.* Строительные материалы из отходов промышленности. – М.: Знание, 1978.
5. *Баженов Ю.М., Шубенкин П.Ф., Дворкин Л.И.* Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов. – М.: Строй.издат, 1986.
6. *Дворкин Л.И., Пашков И.А.* Строительные материалы из отходов промышленности. – К.: Высшая школа, 1989.
7. *Александрова О.В., Мырзаханова И.В.* Оптимизация состава и технологии бортового камня // Вестник МГСУ. 2010. № 4-5. С. 15-18.
8. *Александрова О.В.* Разработка рецептуры и технологии изготовления и применения для деталей мебели экологически чистых клеев на основе карбамидоформальдегидных смол. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1997.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕНОСТЕКЛЬНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ И ЕГО СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ

Строительная отрасль нуждается в материалах, которые будут обеспечивать необходимую несущую способность конструкций, но при этом будут обладать высокими физико-механическими и теплотехническими характеристиками. К таким материалам можно отнести легкие бетоны на пористых заполнителях.

Пеностекло (гранулированное или в виде щебня) является перспективным заполнителем для легкого бетона, так как по сравнению с другими пористыми заполнителями имеет более высокие теплотехнические характеристики. Однако в государственных стандартах не отражено применение данного материала в качестве заполнителя.

В качестве мелкого заполнителя для оценки качества использовался пеностеклянный песок фирмы *vaugran* с заявленной фракцией 2-4 мм. При определении зернового состава получили :

Таблица 1

Остатки на ситах	Размеры отверстий сит, мм					Проход сквозь сито 0,16 мм, %
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частные	30,88	69,12	0	0	0	0
Полные	30,88	100	100	100	100	-

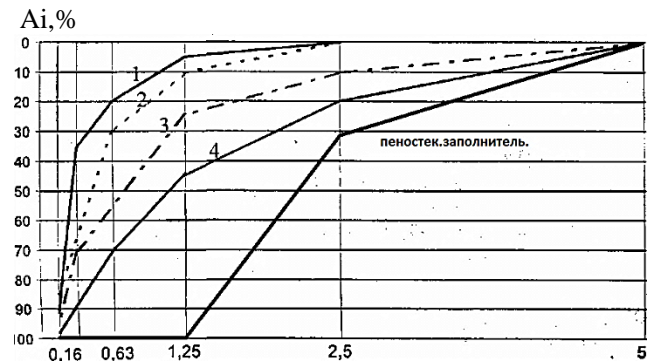


Рис. 1. График зернового состава мелкого заполнителя

Зерновой состав даного песка не соответствует требованиям ГОСТ 9757-90, а модуль крупность составляет $M_k=4,31$, что относит данный

песок к очень крупному. При этом если смешать песок данной фракции с более мелкой в оптимальной дозировке, то зерновой состав будет находиться в допустимых пределах и его можно будет использовать в качестве пористого мелкого заполнителя в бетоне.

Для оценки крупного заполнителя использовалось гранулированное пеностекло фирмы *saitax* фракцией 4+ мм.

Таблица 2

Полные остатки на ситах

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	D	2D
Полный остаток на сите, % по массе	97,88	2,07	0

Данный зерновой состав отвечает требованиям, так как его полные остатки находятся в пределах установленных ГОСТ.

Испытание на сдавливание в цилиндре для определения прочности показало, что $R_{сд} = 1,72$ МПа. Однако сопоставить марку по насыпной прочности и марку по прочности не удалось, так как требованиями ГОСТ оговорены только такие материалы как керамзитовый, аглопоритовый, шингизитовый, шлакопемзовый гравий и щебень.

Кроме данных определялись такие характеристики как насыпная плотность, средняя плотность, межзерновая пустотность, водопоглощение. Требованиями ГОСТ не установлены пределы, в которых должны находиться вышеперечисленные характеристики. Следовательно, данный заполнитель можно применять в легком бетоне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чумаков Л.Д.* Методические указания к лабораторным работам по курсу «Технология заполнителей бетона», 2009.
2. *ГОСТ 9757-90* «Гравий, щебень и песок искусственные пористые».
3. *Булдыжова Е.Н., Гальцева Н.А., Бурьянов А.Ф., Петропавловская В.Б.* Техничко-экономические и экологические аспекты производства и применения гипсовых материалов и изделий. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 197-200.

ИССЛЕДОВАНИЕ САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Одним из основных направлений исследований в бетоноведении является исследование самоуплотняющихся бетонов, которые получают все большее распространение в строительстве. Их использование позволяет осуществлять бетонирование практически любых, в том числе густоармированных и сложно геометрических конструкций, а также сборных ЖБИ при минимальных трудозатратах за счет отказа от уплотнения.

Мною был подобран состав, самоуплотняющийся бетонной смеси для использования его в заводских условиях производства железобетонных изделий. Основной целью являлась определение оптимального состава, самоуплотняющийся бетонной смеси и определение оптимального режима тепловой обработки.

Был подобран оптимальный состав с использованием портландцемента класса (ЦЕМ 1 52,5); крупный заполнитель - гранитный щебень фр. (3-10) и (10-20); мелкий заполнитель (кварцевый песок) с $M_k=2,5$; наполнитель (известняковая мука); добавка-пластификатор (гиперпластификатор на основе поликарбоксилатов фирмы BASF); вода.

Изучались основные свойства бетонной смеси (удобоукладываемость (по расплыву конуса (650мм)), расслаиваемость, плотность).

После определения основных свойств бетонная смесь укладывалась в формы размером 10x10x10 см без вибрации, проводилась тепловая обработка при разном времени предварительной выдержки, при температурах изотермической выдержки 50°C и 80°C.



Рис. 1. Камера тепловой обработки

После охлаждения образцы испытывались на прочность при сжатии бетонных образцов кубиков. Изучался состав класса В30.

Таблица 1

Прочность бетона на сжатие при различных режимах тепловой обработки

Предварительная выдержка,ч	50 °С	80 °С
1	28,1	29,3
2	29,6	31,5

В результате испытаний установлено, что бетонная смесь при изотермической выдержки 50° С, за время тепловой обработке набирает отпускную прочность 70 %, и не значительно (на 1 МПа) отличается от прочности при сжатии образцов кубов, которые проходили тепловую обработку при 80° С. Следовательно, используя тепловую обработку при 50° С мы заметно сократим расходы тепла на нагрев относительно 80°С.

Использование самоуплотняющийся бетонных смесей позволит заводам по производству сборного железобетона существенно сократить расходы электроэнергии, понизить трудозатраты, уменьшить опасные факторы производства такие как шум и вибрация, экономия денежных средств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Бетоны: технологии будущего // Современные стройматериалы. – 2005. июль-август.
2. *Калашников В.И.* Расчет состава высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // Строительные материалы. – 2008. № 10.
3. *Базанов С.М.* Самоуплотняющийся бетон – эффективный инструмент в решении задач строительства // Весь бетон. - 2006. №59.
4. *Довыденко Т.А., Ларсен О.А.* Нанотехнологии в строительном материаловедении. В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 828-830.
5. *Ларсен О.А., Дятлов А.К.* Повышение эффективности мелкозернистых бетонов добавками поликарбоксилатных пластификаторов для монолитного домостроения // Технологии бетонов. 2013. № 10 (87). С. 14-15.

*Студентки 4 курса 31 группы ИСА Паламарчук А.И.,
Александрова Н.С.*

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Важнейшей составляющей при попытке решения экологических и экономических проблем, связанных с отходами промышленности является их переработка и вторичное использование. В строительстве широко применяют ряд побочного сырья от деревообработки, химической, металлургической и даже строительной промышленности.

В зависимости от вида и свойств, отходы обработки древесины подразделяют на три группы: твердые (кусковые), мягкие и кора [1].

Твёрдые отходы деревообработки служат сырьём для изготовления стеновых блоков, клееных панелей, арболита, и т.д.. Мягкие отходы, такие как щепка и стружка, применяют как наполнитель в композиционных материалах, например, в гипсоопилочных плитах, или как выгорающую добавку при производстве кирпича. Изделия из древесных отходов чаще всего используют в теплоизоляции [2].

Немаловажное значение в строительстве имеет использование отходов металлургической промышленности - зол и шлаков. Основной потребитель шлаков – цементная промышленность. Из нераспадающихся доменных шлаков можно изготавливать шлаковую пемзу или вату.

Золошлаковые отходы могут быть использованы в бетонах для экономии песка и цемента. Наибольшее применение в строительстве находит сухая зола-унос, но использование подобного сырья пока ограничено в связи с непостоянством химического состава зол и их токсичностью. Испытания образцов с применением золы-уноса подтверждают увеличение водоудерживающей способности растворной смеси, сульфатостойкости и водонепроницаемости, а так же снижение усадочных деформаций и теплопроводности бетона [3].

Таким образом, мировой опыт подтверждает, что наиболее продуктивное использование золы и топливных шлаков как составляющие при изготовлении бетонов, композитных цементов и пористых наполнителей.

Химическая промышленность занимает одну из лидирующих позиций по количеству отходов, загрязняющих экологию. Из побочных продуктов химической промышленности получают добавки и микронаполнители для бетонов, с помощью которых возможно регулировать различные физико-механические свойства смесей, такие как уменьшение процентного состава цемента в смеси, увеличение прочности, регулирование сроков схватывания и др. К примеру, молотый известняк

представляет собой отход отсевов дробления, получаемый при добыче известняков для нужд химической промышленности и применяется, как микронаполнитель в цементных растворах [4].

Так же широкое применение получили отходы строительства, образующиеся при реконструкции и при проведении испытаний.

Кирпичный бой применяют при строительстве дорог, обратной засыпке котлованов, в качестве утеплительной подушки. Немаловажная сфера применения – функция дренажной подушки в заболоченных районах.

Из дроблённого бетонного боя производят вторичный щебень, который предлагается для использования в разных областях строительного производства, что позволяет экономить сырьё, снизить вредное воздействие на экологию, сократить энергозатраты и расход топлива в несколько раз. Вторичный заполнитель из бетонного лома постепенно становится в один ряд с другими строительными материалами, так как имеет себестоимость на 25% ниже по сравнению с обычным щебнем [5].

В заключение, можно отметить, что данная практика переработки и применения отходов промышленности в строительстве может значительно снизить затрудненную экологическую ситуацию, сэкономить ресурсы, а также удешевить стоимость некоторых материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Попов Л.Н.* Строительные материалы из отходов промышленности. – М.: Знание, 1978.
2. *Баженов Ю.М., Шубенкин П.Ф., Дворкин Л.И.* Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов. – М.: Строй.издат, 1986.
3. *Дворкин Л.И., Пашков И.А.* Строительные материалы из отходов промышленности. – К.: Высшая школа, 1989.
4. *Александрова О.В., Мырзаханова И.В.* Оптимизация состава и технологии бортового камня // Вестник МГСУ. 2010. № 4-5. С. 15-18.
5. *Александрова О.В.* Разработка рецептуры и технологии изготовления и применения для деталей мебели экологически чистых клеев на основе карбамидоформальдегидных смол. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1997.

СВОЙСТВА БЕТОНА, ТВЕРДЕЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛИМАТА

Из года в год технологии получения высококачественных строительных материалов совершенствуются как для массового производства зданий, так и для построения уникальных сооружений. Россия территориально имеет 8 климатических зон, в каждой из которых есть определенные требования по получению качественной промышленной продукции, где бетон не является исключением. Центральные регионы нашей страны своевременно внедряют западные разработки по получению высококачественных бетонов, ведь климатическая зона с Европой одина. Однако, перенятие европейских технологий не решает глобальную проблему Крайнего севера и Юга нашей страны. На этих территориях мы вынуждены самостоятельно искать способы совершенствования технологий по получению более стойких бетонов к окружающей среде.

Сухой жаркий климат характерен для Южного федерального округа Российской Федерации; из ближайших стран такой климат характерен для Казахстана, Узбекистана. Здесь технологии по получению более эффективных вяжущих веществ и бетонов на их основе развиваются медленнее, климат нетипичен для масштабных, лидирующих строительных компаний. Разработанным составам и технологиям бетона, твердеющего в условиях сухого жаркого климата свыше 30 лет. За это время строительная отрасль и технологии ушли далеко вперед, и многие «новинки» прошлого века сейчас можно смело назвать устаревшими.

Обеспечение повышенной стойкости и эффективности бетона в данном климате является основной задачей данных регионов. Сдерживающим фактором для достижения этой цели является разрушаемость бетона, которая обусловлена циклическим действиям резкой смены положительных и отрицательных температур при пониженной влажности. Данная проблема влечёт за собой низкий срок эксплуатации здания, скорую разрушаемость сооружений и ресурсоемкие затраты. Оптимизировать этот недостаток возможно с повышением их трещиностойкости через совершенствование состава и структуры бетона.

Свойства бетона образуют фундаментальные характеристики по качеству материала, долговечности и несущей способности бетонных и железобетонных конструкций. К основным свойствам можно отнести

прочность, пористость, плотность и проницаемость. Причем, плотность является антиподом пористости; количество, размерность и направленность пор влияют на проницаемость материала; прочность является результирующим показателем первых трех параметров [1].

Бетон, твердеющий в условиях сухого жаркого климата имеет следующие особенности: резкое обезвоживание и термическая усадка; неравномерность распределения макроструктурных напряжений; пониженный модуль упругости; термическая совместимость компонентов; повышенная степень образования физической коррозии и расслаиваемость. В условиях сухого жаркого климата комплексное использование химических и минеральных добавок при совместной механохимической обработке с цементом приводит к уменьшению резкого обезвоживания материала, повышению степени гидратации вяжущего вещества с образованием стабильных CSH (В), которые обеспечивают благоприятное сцепление с заполнителем и улучшающих эксплуатационные характеристики бетонов.

Вышеперечисленные факторы бетона влияют на его стойкость лишь в совокупности. Именно строение бетона и начального структурообразования являются решающими моментами в разрушении и прочности материала. Климатические условия способствуют запрограммированное неоднородности бетона, которая возникает на всех уровнях: макроструктурного и микроструктурного. Сравнивая одинаковые исходные материалы долговечность бетона, твердеющего в условиях сухого жаркого климата, определяется характеристиками макроструктуры. В настоящее время объективной оценки стойкости бетона нет, также отсутствует общепринятые структурные характеристики, влияющие на долговечность бетона [2].

Для определения влияния на свойства основных физических процессов, протекающих в бетоне монолитных конструкции, возводимых в условиях сухого жаркого климата, следует провести ряд экспериментов, приближенных к условиям жаркого климата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В.* Развитие теории формирования структуры и свойств бетонов с техногенными отходами. Изв. вузов. Строительство 1996 №7.
2. *Александрова О.В., Мацевич Т.А., Кирьянова Л.В., Соловьев В.Г.* Статистические методы решения технологических задач. Москва, 2015.

*Студентка 4 курса 32 группы ИСА Семендяева Т.В,
Студентка 4 курса 32 группы ИСА Плохотникова М.С,
Студент 4курса 32 группы ИСА Свечников М.Ю,
Инженер Матвеева М.А.
Научный руководитель – асс. Н.А. Гальцева*

МИКРОЦЕМЕНТ: ОТДЕЛОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО

Микроцемент — декоративный инновационный и высокотехнологичный штукатурный материал , позволяющий осуществить всевозможные идеи. Он достаточно давно и удачно применяется в Америке и Европе, где его высоко оценивают западные архитекторы и дизайнеры. Оригинальная формула полимера, входящего в его состав, связывает воедино сам микроцемент , кварц - значительно повышающий прочность , и цветовой пигмент. Толщина наносимого декоративного материала составляет всего 1 - 2 мм. Наименование свое получил данный материал не случайно, потому что в процессе его изготовления используется самый мелкий по своей структуре цемент - микроцемент, позволяющий предельно глубоко проникать в каждую частицу того материала, на который он наносится, обеспечивая однородную структуру и наиболее крепкое соединение, создавая при этом надёжное и долговечное покрытие [1, 2 , 3].

Самое значимое свойство микроцемента - это отличная адгезия абсолютно различным поверхностям. Кроме взаимодействия со всеми минеральными поверхностями, микроцемент так же можно использовать на металлических, гипсокартонных и деревянных . Сложная гипсокартонная конструкция, покрытая микроцементом, может выглядеть бетонно-монолитной. Использование данного материала формирует видимость тяжелые бетонных конструкций и дает возможность воспроизводить необычные декоративные эффекты [4].

Микроцемент характеризуется как материал значительной прочности. Несмотря на свою довольно хрупкую структуру его можно применять для напольных покрытий. Говоря о прочности, нужно понимать, что имеется в виду прочность на сжатие, а не на излом [5]. Очевидно, материал толщиной всего в несколько миллиметров не может оказать большого сопротивления на излом, но данный вид нагрузки никак не свойственен ни для стеновых, ни для напольных штукатурных покрытий.

Так же, значимым качеством микроцемента является водостойкость. Это почти влагонепроницаемый материал, его применяют в тех помещениях, где другие материалы нельзя применить из-за значительной степени влаги, по этой причине его можно увидеть в оформлении бас-

сейнов, бань, ванных комнат и кухни. Для объектов индустриального и производственного направления обычно применяется промышленный микроцемент, обладающий устойчивостью к самым большим механическим воздействиям [6]. Даже после сильного удара острым предметом по поверхности, покрытой микроцементом, либо при взаимодействии с колесами тяжелого аппаратов, на ней останутся только небольшие царапины, но поверхность не потеряет своих гидроизоляционных свойств [7].

Бесшовность тоже можно включить в список достоинств микроцементной отделки. Наиболее уязвимым участком у плиточной отделки считаются швы, которых невозможно избежать. В сырых помещениях швы очень быстро покрываются сложно устранимым слоем плесени, который необходимо регулярно очищать. У микроцемента очень низкое водопоглощение, поэтому для плесени это абсолютно неподходящая среда обитания. Для улучшения противогрибковых свойств почти все изготовители штукатурок вводят специализированные вещества - фунгициды.

Микроцемент очень прост в эксплуатации, что так же является положительным качеством этого материала. В случае с микроцементом, в отличие от обыкновенного цемента, перед нанесением, абсолютно не требуется предварительного проведения каких-либо специализированных работ по подготовке поверхности. Перед его нанесением достаточно просто убедиться в том, что поверхность является сухой, гладкой и твердой.

В процессе укладки микроцемента необходимо соблюдать последовательность этапов, тогда этот процесс не займёт много времени и не представит особой сложности. Принцип его нанесения похож на работу с обычным цементом. Первым этапом идет укладка грунтовочного слоя, который глубоко проникает в подложку [8]. После этого можно приступать к нанесению второго – основного пигментирующего слоя, который придает поверхности определенный оттенок. Третьим этапом является нанесение защитного покрытия, для того, чтобы защитить основной слой от истирания и для изолирования его от влаги. Для высыхания каждого из слоев требуются примерно сутки, а общее количество времени, которое проходит от начала работ до полной готовности поверхности, составляет примерно 28 суток – точно так же, как и у обычного цемента. Следует заметить, что , чем больше времени проходит – тем прочнее и надежнее будет данное покрытие.

Таким образом мы получаем материал способный демонстрировать высокие показатели полезных свойств в различных областях его применения. Микроцемент финансово выгодный материал, он не требует

больших затрат при производстве и эксплуатации, чем и привлекает к себе внимание потребителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гальцева Н.А., Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н.* Исследование свойств и перспективы применения вяжущего на основе синтетического ангидрита // Научное обозрение. 2015. № 22. С. 157-161.
2. *Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н., Гальцева Н.А.* Модификация структуры ангидритовых и гипсовых вяжущих веществ. Сборник докладов Шестнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2013. С. 468-470.
3. *Гальцева Н.А., Булдыжова Е.Н., Бурьянов А.Ф.* Гипсовые вяжущие с различной водопотребностью для производства пеногипсовых оснований полов и изделий // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 195-197.
4. *Булдыжова Е.Н., Гальцева Н.А., Бурьянов А.Ф., Петропавловская В.Б.* Техничко-экономические и экологические аспекты производства и применения гипсовых материалов и изделий // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 197-200.
5. *Елсуфьева М.С., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф., Нуртдинов М.Р., Какуша В.А.* Оценка долгосрочного изменения свойств сталефибробетонов с расширяющими добавками // Строительные материалы. 2015. № 7. С. 21-23.
6. *Панченко А.И., Бурьянов А.Ф., Соловьев В.Г., Козлов Н.В., Пашикевич С.А.* Комплексная оценка эффективности применения гипсового вяжущего повышенной водостойкости. Строительные материалы. 2014. № 12. С. 72-75.
7. *Корнеев А.Д., Губарев В.Я., Синельников Д.С., Соловьев В.Г.* Экспериментальные исследования тепловлажностной обработки бетона продуктами сгорания природного газа. Технологии и материалы. 2007. № 1. С. 30.
8. *Александрова О.В., Мацевич Т.А., Кирьянова Л.В., Соловьев В.Г.* Статистические методы решения технологических задач. Москва, 2015.

СОВРЕМЕННЫЕ ДОБАВКИ-УСКОРИТЕЛИ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНОВ

Одна из проблем применения бетонных конструкций в строительстве состоит в том, что в отличие от других типов конструкции (деревянные, металлические), до достижения необходимых величин прочности и жёсткости требуется достаточно продолжительное время (до 28 суток) [1]. Это ведёт к удлинению сроков строительства, снижению оборачиваемости формовочного оборудования, увеличению энергозатрат и, соответственно стоимости строительства. Поэтому задача сокращения сроков набора прочности бетонными конструкциями является актуальной на сегодняшний день.

Вопросом ускорения твердения бетонов посвящены многочисленные исследования, проведённые как в нашей стране, так и за рубежом. В настоящей работе мы рассмотрим методики ускорения твердения тяжёлых бетонов с применением различных добавок.

Химические добавки, так же как и портландцемент, вода и заполнители, являются ингредиентами для бетона, которые добавляются в смесь либо до, либо после замешивания [2]. В первую очередь производители используют добавки для снижения стоимости бетонной конструкции, а также чтобы изменять свойства затвердевшего бетона. Во-вторых, для гарантии качества бетона во время смешивания, транспортировки, «размещения» и затвердевания или же преодоления некоторых чрезвычайных ситуаций в ходе конкретных операций с бетонными изделиями.

Успешное использование добавок зависит от использования соответствующих методов дозирования и бетонирования. Большинство добавок поставляется в готовой к употреблению жидкой форме и добавляется к бетону на заводе или на стройплощадке. Некоторые примеси, такие как пигменты, экспансивные агенты и насосные добавки, используются только в крайне малых количествах и обычно собираются вручную из предварительно взвешенных контейнеров.

Эффективность примеси зависит от следующих факторов: типа и количества цемента, содержания воды, времени перемешивания, осадки и температуры бетона и воздуха.

В свою очередь примеси классифицируются в зависимости от функции. Существует пять различных классов химических примесей: воздухововлекающие, водорастворимые, замедляющие, ускоряющие и пластификаторы (суперпластификаторы). Другие разновидности примесей попадают в специальную категорию, функции которой включают инги-

бирование коррозии, уменьшение усадки, снижение реакционной способности щелочно-кремнезема, улучшение удобоукладываемости, склеивание, гидроизоляцию и окраску.

Далее мы будем рассматривать только те добавки, которые ускоряют процесс твердения бетонов.

Водные растворы хлористых солей, чаще всего, являются ускорителями цементов твердения цементов. (CaCl_2 NaCl и т.д.) Применение CaCl_2 уменьшает количество воды и расход цемента за счет повышения подвижности бетонной смеси. CaCl_2 воздействует на повышение прочности бетона. В обычных условиях вводится 0,5 – 2% хлористого кальция от массы цемента при твердении бетона. Но в неармированных бетонах его количество может повышаться до 3%. Не рекомендуется применять ускорители твердения в железобетонных конструкциях или изделиях предварительно напряженных с диаметром арматуры менее 5 миллиметров, а также для изделий автоклавного твердения, эксплуатирующихся в среде с влажностью от 60% и выше. Чаще всего подготовка добавок ускорения твердения сводится к их растворению в воде до требуемой или установленной концентрации.

Разновидности добавок – ускорителей.

К добавкам – ускорителям относят следующие:

- поташ, карбонат, калий углекислый– это соли, обладающие ярко выраженными щелочными свойствами, как правило выпускаются в виде кристаллического порошка белого цвета. Не рекомендуется хранить во влажных условиях, так как возможно слеживание. Следует избегать попадание на кожу или глаза при работе с кристаллическим порошком;

- хлорид кальция. Кристаллический порошок белого цвета. Разлагается при длительном хранении на воздухе. Не переносит влаги;

- нитрат кальция. Кристаллы бесцветны и хорошо растворимы в воде. Рекомендуется хранить в упакованном виде в закрытых, вентилируемых, сухих и чистых складах. К помещениям предъявляются повышенные требования пожарной безопасности;

- нитрит-нитрат кальция(ННК) – это смесь нитрита кальция и нитрата кальция (отношение $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ к $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1:1 в виде 20% водного раствора или пасты. Токсичен и разлагается в средах, где $\text{pH} > 7$. Нельзя смешивать с растворами СДБ (концентраты сульфитно-дрожжевой бражки);

- нитрит-нитрат хлорид кальция. Данный продукт получают путем смешивания ННК с хлоридом кальция (отношение 1:1 по массе (ННК/хлориду кальция)). Водный раствор желтоватого цвета и плотностью приблизительно $1,1...1,3 \text{ г/см}^3$. При работах с ним обязательно должны быть соблюдены все правила техники безопасности, в виду то-

го, что продукт токсичен и может вызывать сильные раздражения кожных покровов;

- хлористый натрий. Растворимый в воде кристаллический порошок белого цвета. Храниться в условиях, исключающих попадания влаги;

- сульфат натрия. Кристаллы белого цвета с желтым оттенком. Изготавливается в виде безводной соли и поставляется на стройку в виде дигидрата. Не допускается хранение в открытом виде, так как возможно выветривание кристаллов;

- нитрит натрия. Кристаллы белого цвета с желтоватым оттенком. Выпускается в виде 28% раствора.

К складам, в которых храниться данный продукт, предъявляются повышенные требования пожарной безопасности, так как он ядовит, при попадании в организм человека и может вызвать тяжелые поражения и осложнения, опасные для здоровья и жизни.

Иностранная компания Sika® Rapid-1 запатентовала новую добавку для ускорения твердения бетона, которая позволяет добиваться в короткие сроки высокой прочности бетона, используя простые компоненты смеси. Данный ускоритель позволяет заливать бетонную смесь без раннего затвердевания, после чего наступает период быстрого увеличения прочности. Sika Rapid-1 не содержит хлоридов и не будет ограничивать долгосрочный прирост прочности бетона.

Взаимодействие раствора Sika Rapid-1 с процессом затвердевания цемента происходит в течение фазы гидратации, а также приводит к дополнительным внутренним тепловыделением. Это тепло используется для уменьшения стоимости пропаривания и для сокращения времени отверждения. Таким образом, из анализа имеющего опыта применения химических добавок для ускорения твердения бетона можно сделать вывод о том, что перспективным является направление исследований с учетом применения нанотехнологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Елсуфьева М.С., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф., Нуртдинов М.Р., Какуша В.А.* Оценка долгосрочного изменения свойств сталефибробетонов с расширяющими добавками // *Строительные материалы*. 2015. № 7. С. 21-23.

2. *Корнеев А.Д., Губарев В.Я., Синельников Д.С., Соловьев В.Г.* Экспериментальные исследования тепловлажностной обработки бетона продуктами сгорания природного газа. *Технологии и материалы*. 2007. № 1. С. 30.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА

Изделия из декоративного бетона широко используются, как отделочный материал, в строительстве. Строительные организации при продаже бетона и изделий из него обращают внимание на долговечность и прочность продукции. Для декоративного бетона еще одной характеристикой, на которую концентрируется внимание, является внешние характеристики изделий. Это цветостойкость, гидрофобизация, декоративность, хорошее воздействие внешним условиям.

Данные характеристики зависят напрямую от свойств бетона. Плотность является основным свойством бетона и определяет непроницаемость, прочность, долговечность бетонных изделий [1, 2].

Для улучшения свойств декоративного бетона при эксплуатации мы рассматривали водонепроницаемость, как основное свойство. Проницаемость бетона имеет зависимость от пористости бетона и структуры пор, свойств вяжущего и заполнителя.

Сначала подбирался состав исходя из структуры и плотности бетона. Для этого использовалась разная модуль крупности песка, разное водоцементное отношение, достаточно уплотняя бетонную смесь на вибростоліке. Это помогло снизить пористость, особенно капиллярную, таким образом капиллярный подсос воды в изделиях из нашего бетона снизился.

Следующим этапом для снижения водопроницаемости бетона послужило использование гидрофобных добавок. Одни плитки из декоративного бетона были обработаны гидрофобизатором Типром У внешне, покрываясь добавкой на лицевую сторону. Другие плитки изготавливались из бетонной смеси с добавлением гидрофобизаторов ЕвроХим-1, Sika-1 внутрь в соотношениях 1% и 3% от массы цемента[3, 4].

В результате были получены результаты, не полностью соответствующие заявленным требованиям. Еще одним этапом для снижения водопроницаемости является нанесение других защитных покрытий. Например, жидкое стекло, лак, эмаль или разные пропитки. Это придает блеск изделиям из декоративного бетона, сохраняет внешнюю декоративную выразительность изделиям. Также возможно изменение технологии изделия, например, делая тротуар не плитками, а штампами. Это позволяет избежать проникновения воды, выцветания изделия, лучшей долговечности [5]. При этом существуют недостатки примене-

ния штампованного тротуара, так как происходит вымывание грунта около дорожки из этого бетона.

Таблица 1

Сравнение действующего эффекта гидрофобизатора на бетон

Название добавки	Задаваемые характеристики	Полученные характеристики
Типром У	Глубина проникновения 35мм	Глубина проникновения до 5мм
ЕвроХим-1	Водонепроницаемость средняя	Водонепроницаемость 170 мм.вд.ст
Sika-1	Водонепроницаемость высокая	Водонепроницаемость 200 мм.вд.ст

Рассмотренные отделки изделий из декоративного бетона являются успешным этапом для сохранения долговечности декоративного слоя изделиям, но не используется еще не во всех отделочных материалах из-за дорогой стоимости хороших гидрофобизаторов, жидкого стекла и других защитных покрытий. Следующим этапом нашей работы является сравнения действия добавок-гидрофобизаторов и покрытий для внешней защиты изделий, выявление преимуществ и недостатков каждого материала для защиты декоративного бетона. Сначала используем гидрофобизаторы с другим составом и концентрацией, сравним с результатами использованных гидрофобизаторов, затем будем сравнивать с внешними защитными покрытиями (жидким стеклом) для сохранения долговечности декоративности изделий из бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона: АСВ, 2011. 493с.
2. *Кузьмина В.П.* Механохимия в бетоне.
3. <http://bakhmutov.viperson.ru/articles/kniga-mehanohimiya-v-betone>
4. Данные о добавка гидрофобизаторах <http://chem.eurohim.ru/>; <http://www.mc-bauchemie.ru/>
5. *Гальцева Н.А., Булдыжова Е.Н., Бурьянов А.Ф.* Гипсовые вяжущие с различной водопотребностью для производства пеногипсовых оснований полов и изделий. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 195-197.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАЛОЩЕБЕНОЧНОГО БЕТОНА НА ЗАПОЛНИТЕЛЕ ИЗ БЕТОННОГО ЛОМА

Бетонный лом образуется в результате разрушений зданий и сооружений, а также он накапливается на предприятиях ЖБК в виде некондиционных изделий. Широкое внедрение комплексов по переработке бетонного лома обеспечивают получение щебня из дробленого бетона и образующихся при этом отсевов дробления в количестве 25-30%.

Заполнители из бетонного лома имеют низкую плотность, высокое водопоглощение и потерю массы при испытании на сопротивление выветриванию и на истирание. Этому способствует наличие цементного раствора на зернах исходного заполнителя. В структуре щебня из дробленого бетона имеется контактная зона между первоначальным зерном щебня и раствором, которая является наиболее слабым по прочности и высокопористым звеном в бетоне.

Заполнитель из бетонного лома обладает повышенной водопотребностью, поэтому формирование цементного камня должно происходить при пониженном водосодержании.

Малощебеночный бетон характеризуется повышенным содержанием мелкого заполнителя, поэтому целесообразнее всего использовать щебень из дробленого бетона именно в таких бетонах.

Исследования рационального использования щебня из бетона, которые были проведены в МГСУ С.М. Пуляевым, показали, что введение вторичного щебня в смесь заполнителей в количестве до 30% от массы крупного заполнителя из карбонатных пород позволяет получать бетоны с прочностью до 35-38 МПа практически при одинаковом расходе цемента на 1 м³ бетона по сравнению с бетоном на известняковом заполнителе. Общая пористость этих бетонов близка и находится в пределах 15 - 16.6%. После 100 циклов замораживания и оттаивания бетонных образцов на смешанном заполнителе и контрольном их потеря массы составила 3.2% и 2.6% соответственно, что соответствует морозостойкости по ГОСТ 100660-95 - F100.

Данные исследования доказали возможность целесообразного применения заполнителя из бетонного лома совместно с природным заполнителем.

Содержание крупного заполнителя в малощебеночном бетоне 1200 кг/м³. При повышении доли песка в малощебеночных · бетонных смесях с использованием щебня из бетонного лома не приводит к повышению расхода цемента, поэтому такие бетоны будут иметь более высокую эксплуатационную надежность.

Отходы дробления можно использовать в вяжущих низкой водопотребности приводит к снижению до 50- 60% расхода цемента, благодаря наличию высокого содержания · негидратированной · части цемента.

Оптимальное соотношение · крупного и мелкого заполнителя · наблюдается при величине $\gamma=0.55-0.65$, который характеризуют рациональные составы малощебеночных бетонов. Пониженная структурная вязкость позволяет при замене обычного бетона на малощебеночный применять последний с пониженной удобоукладываемостью.

Применение суперпластификатора в составе малощебеночного бетона способствует более целесообразному и рациональному использованию · щебня из бетона при пониженном расходе цемента. С увеличением · таких факторов как, осадка конуса, доля песка или расход цемента растет водопотребность цемента, а прочномть бетона снижается при увеличении подвижности смеси и доли песка в смеси заполнителей.

Бетонная смесь на заполнителе из дробленного бетона имеет короткий период формирования структуры, так как щебень из бетонного лома обладает повышенной пористостью и часть воды затворения · отсасывает · заполнитель, тем самым твердение бетонной смеси происходит · при пониженном водосодержании. Чтобы увеличить · период формирования структуры в малощебеночных · смесях необходимо · уменьшить содержание щебня. Так же для увеличения · периода формирования структуры вводят добавку С-3, которая способствует увеличению периода формирования · структуры · . Суперпластификатор позволяет более рационально · использовать · дробленный бетон при пониженном расходе цемента.

Исследования, которые проводились на призменную и кубиковую прочность, значения коэффициента Пуассона, модуля упругости, коэффициента интенсивности напряжений, показали незаметное отличие от нормируемых величин для тяжелых бетонов. Это показывает, что характеристики · малощебеночного бетона соответствует рекомендациям СНиП 2.03.01-84.

На сегодняшний день продукты переработки бетонного · лома используются в дорожном строительстве, для изготовления · железобетонных изделий невысокой прочности, например, фундаментные и стеновые блоки.

ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЫЛИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО АНГИДРИТА

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений строительного материаловедения является развитие ресурсосберегающих технологий при изготовлении строительных материалов. При производстве плавиковой кислоты остается много попутного материала, содержащего ангидрит, который носит техническое название фторангидрит.

Были проведены физико-механические испытания композиции на основе фторангидрита для определения влияния металлургической пыли на ее прочностные характеристики и водостойкость.

Изготавливались образцы композиций на основе фторангидрита при совместном введении гидросульфита натрия с металлургической пылью первого отбора (возраст добавки составлял 1-2 месяца), результаты испытаний прочностных характеристик представлены на рисунке 1.

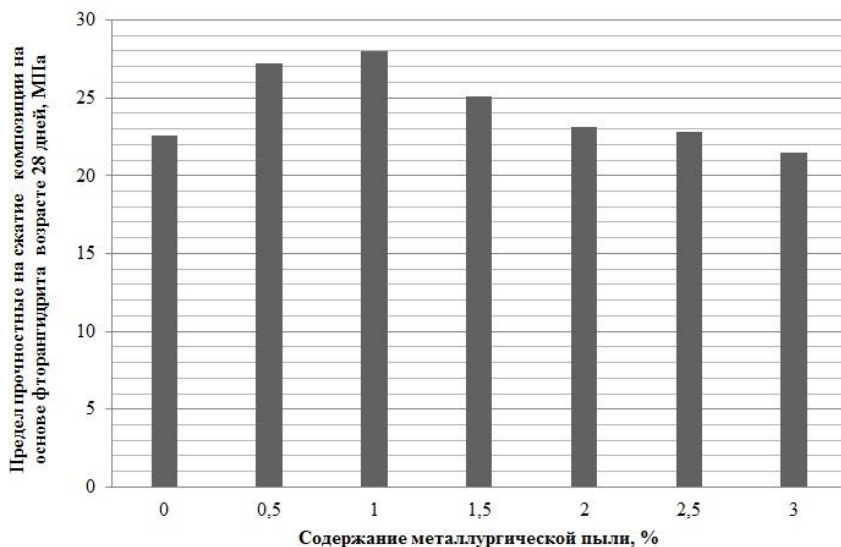


Рис.1. Зависимость прочности композиций на основе фторангидрита от содержания металлургической колошниковой пыли первой пробы в возрасте 28 суток

Согласно приведенной зависимости композиции на основе фторангидрита при добавлении металлургической пыли увеличивается предел прочности на 24% при содержании добавки 1%.

Дальнейшее же увеличение концентрации добавки снижает прочности материала.

В ходе исследований были определены характеристики водостойкости материала на основе фторангидрита (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики водостойкости исследуемых композиций

№	Содержание металлургической пыли, %	Водопоглощение, % через 4 часа	Коэффициент размягчения
1	0	4,86	0,78
2	0,5	5,67	0,85
3	1	5,84	0,87
4	1,5	5,49	0,86

Из приведенных данных видно, что водопоглощение исследуемых композиций изменяется в пределах 4,86 – 5,84%.

Коэффициент размягчения композиции на основе фторангидрита увеличивается с введением 1 % металлургической пыли с 0,78 до 0,89.

Повышение физико-механических показателей композиции на основе фторангидрита при активации вяжущего гидросульфитом натрия и металлургической пылью вызвано воздействием добавок на структуру материала, приводящим к его уплотнению и способствующим увеличению площади межфазной поверхности с формированием более прочных контактов между кристаллами матрицы.

Далее были проведены механические испытания фторангидритового вяжущего с металлургической пылью второго отбора (возраст пыли 1-2 месяца), полученные результаты представлены на рис. 2.

По данным приведенной зависимости (рис. 2) видно, что увеличение прочности на сжатие при введении 0,5 % пыли второго отбора составляет 31,8 %.

По показателям водостойкости для композиций на основе фторангидритового вяжущего с металлургической пылью второго отбора можно сделать вывод, что при оптимальном содержании добавок коэффициент размягчения достигает значения 0,88, водопоглощение модифицируемого вяжущего незначительно превышает данные контрольного состава.

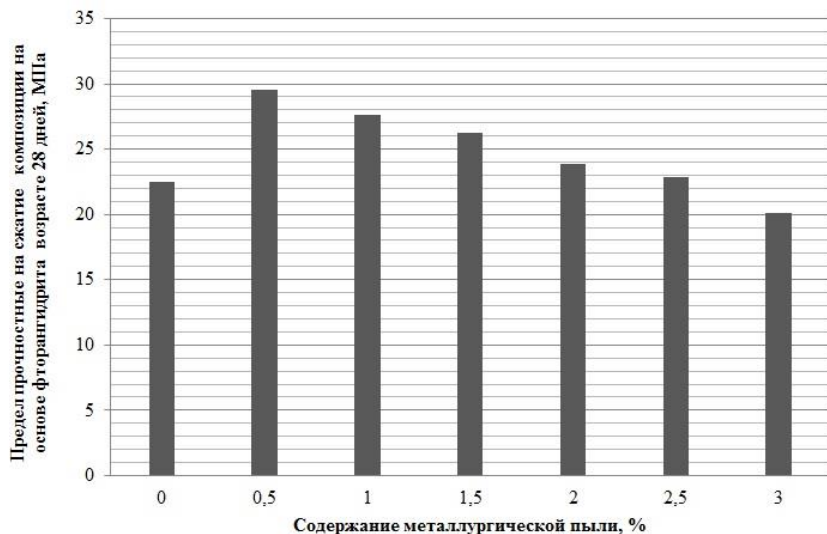


Рис. 2. Зависимость прочности композиций на основе фторангидрита от содержания металлургической колошниковой пыли второй пробы

Таблица 2.

Характеристики водостойкости исследуемых композиций

№	Содержание металлургической пыли, %	Водопоглощение, % через 4 часа	Коэффициент размягчения
1	0	4,86	0,78
2	0,5	5,52	0,88
3	1	4,90	0,87
4	1,5	5,39	0,85
5	2	5,44	0,84

Таким образом, при совместном введении активных добавок в состав фторангидритового вяжущего происходит рост прочностных характеристик на 31,8 % при содержании гидросульфита натрия – 0,8 % и металлургической пыли – 0,5 %, в то же время материал относится к водостойким, так как коэффициент размягчения составил 0,88.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ФИБРЫ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Одной из стратегических задач развития страны на ближайшее десятилетие является модернизация дорожно-строительного комплекса и гармонизация с европейскими стандартами качества. Последние несколько лет особенно остро возникают вопросы, связанные с появлением на покрытиях автомобильных дорог общего пользования пластической колеи и повышенного трещинообразования, ведущего к разрушениям, образованию ямочности и резкому уменьшению срока службы дорожной одежды. Причина возникновения этих дефектов комплексная: с одной стороны дорожная одежда испытывает постоянно возрастающие нагрузки от грузовых автомобилей и резко увеличившегося трафика по сравнению с прошлыми годами; с другой – отсутствие принципиальных изменений в нормативной документации, которые бы учитывали эту динамику. Фактически, автомобильные дороги подвергаются нагрузкам, на которые они не рассчитаны. Наиболее эффективнее армировать непосредственно асфальтобетонную смесь изнутри, придавая ей дополнительные свойства. При этом создается не просто армирующая прослойка, а полноценный 5-, 6-, 7-сантиметровый слой с уникальными свойствами. Материалом для армирования служит полипропиленовая фибра, которая состоит из 4 видов волокон, три из которых легкоплавкий полипропилен и одна часть - модификатор - арамид. Полипропиленовая фибра представляет собой искусственный продукт легких тончайших волокон, имеющих высокие характеристики по прочности при растяжении. Нити имеют толщину в несколько раз меньше человеческого волоса и прочнее стали в 5 раз. Модификатор - арамид имеет следующие отличительные способности: при нагреве не плавится, теряет свойства только при температурах свыше 400°C; имеет высокую термоустойчивость, которая выражается в том, что если его греть при температуре 160 °C в течении 500 часов, прочность на разрыв уменьшится лишь на 15%. Все это чрезвычайно подходит для работ с асфальтобетонной смесью, температура выпуска которой 140-170°C и смесь порой доставляется до места производства работ продолжительное время. Модифицированный полипропилен в виде фибровых включений сохраняет прочность и эластичность при низких температурах – что положительным образом сказывается на работе армированного асфальтобетона в условиях

русской зимы. Для армирования тонны асфальта необходимо всего половина килограмма материала. Попадая в горячий материал, полипропиленовая фибра, при контакте со смесью при температурах выше 115°C начинает плавиться, что создает условия, позволяющие модификатору в короткие сроки распределиться по всему объему замеса в мешалке. Также смесь становится немного более пластичной, лучше уплотняется и в итоге имеет более плотную поверхность по сравнению с классическим асфальтобетоном. При этом образуются весьма положительные качества нового материала - в отличие от битума, являющегося органическим веществом, качество которого в покрытии со временем ухудшается (в результате окисления, воздействия солнечной радиации, взаимодействия с солями и выхлопными газами), характеристики асфальтобетона наполненного полипропиленовой фиброй со временем остаются неизменными.

Одним из преимуществ технологии получения армированного асфальтобетона модифицированной полипропиленовой фиброй является то, что нет необходимости вносить изменения в рецепт смеси, изменять соотношения инертных материалов и вяжущего. Армированию подлежат смеси по ГОСТ 9128 любого типа – высокоплотные, А, Б, В. Марка смеси значения также не имеет. Материал распределяется за время дозирования инертных материалов и кратковременного сухого перемешивания в течении 4-6 секунд. Также не требуется вносить какие-либо изменения в технологии укладки и уплотнения асфальтобетона. Важным вопросом является – какой из слоев дорожной одежды необходимо армировать? Мы позиционируем материал как средство от пластической колеи из-за тяжелых потоков грузового транспорта, либо от наплывов в результате динамического сдвига от торможения транспортных средств (например, на стоянках, перекрестках или на остановках общественного транспорта). Эти проблемы успешно лечатся с помощью армирования асфальтобетона верхнего слоя покрытия. При этом мы считаем, что модифицированная полипропиленовая фибра может помочь на участках с ослабленным основанием, там, где происходит разрушение нижнего слоя покрытия с его растрескиванием и появлением отраженных сеток трещин на покрытии. В этом случае, на наш взгляд, нужно армировать нижний слой. В случае армирования нижних слоев простых рецептов нет, необходимо рассматривать каждый случай индивидуально и находить взвешенные решения. Важно понимать, что материал реально улучшает характеристики асфальта, и нашей задачей является наиболее эффективно его применить. На сегодняшний момент уже проведены масса испытаний как за рубежом, так и в России. Результаты показывают, что при армировании асфальтобетона: сдвигоустойчивость

по сцеплению при сдвиге при 50 С увеличивается почти в 2 раза; улучшаются показатели трещиностойкости при расколе; возрастает прочность при сжатии при 50 С; уменьшается в 2 раза средняя глубина колеи; уменьшается скорость образования колеи; стандартные показатели – водонасыщение, прочность при сжатии при 20 С, средняя плотность, водостойкость – незначительно изменяются, либо остаются на прежнем уровне.

Модифицированная полипропиленовая фибра - достойный материал, способный решить следующие проблемы:

- предотвратит появление колеи, продольных и поперечных трещин в покрытии, мелкой ямочности,
- приведет к продлению срока службы покрытия,
- заметному увеличению межремонтных сроков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ОДМ 218.3.001-2006 «Рекомендации по применению полимерно-дисперсного армирования асфальтобетонов с использованием резинового термозластопласта (РТЭП)»

2. ОДМ 218.3.058-2015 «Методические рекомендации по применению синтетического волокна для дисперсного армирования горячего асфальтобетона»

3. Корнеев А.Д., Губарев В.Я., Синельников Д.С., Соловьев В.Г. Экспериментальные исследования тепловлажностной обработки бетона продуктами сгорания природного газа // Технологии и материалы. 2007. № 1. С. 30.

4. Гальцева Н.А., Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н. Исследование свойств и перспективы применения вяжущего на основе синтетического ангидрита // Научное обозрение. 2015. № 22. С. 157-161.

5. Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н., Гальцева Н.А. Модификация структуры ангидритовых и гипсовых вяжущих веществ. Сборник докладов Шестнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2013. С. 468-470.

6. Гальцева Н.А., Булдыжова Е.Н., Бурьянов А.Ф. Гипсовые вяжущие с различной водопотребностью для производства пеногипсовых оснований полов и изделий. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 195-197.

МЕТОДЫ ДОСТИЖЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕТОНА

Производство железобетонных изделий в заводских условиях в нашей стране занимает большую долю рынка строительных материалов. Помимо требований к прочности и долговечности, одной из важных задач предприятий, выпускающих железобетонные изделия, является повышение их качества. Требования к внешнему виду, а также к точности геометрических параметров установлены в ГОСТ 13015–2003. В данном ГОСТе приводится таблица категорий качества бетонных поверхностей от А1 до А7. А1 соответственно самая лучшая, А7–невидимая в условиях эксплуатации поверхность:

А1 –глянцевая поверхность, не требующая отделочного покрытия

А2–поверхность, подготовленная под окраску без шпатлевания или с одним слоем шпатлевки

А3–поверхность, подготовленная под декоративную отделку пастообразным составом; под окраску с одним или двумя слоями шпатлевки

А4–поверхность, подготовленная под оклейку обоями и другими рулонными материалами; под облицовку плиточными материалами

А5–поверхность,

подготовленная под облицовку плиточными материалами

А6–поверхность, подготовленная под простую окраску, а также поверхность, к которой не предъявляют требования по качеству

А7–поверхность, невидимая в условиях эксплуатации

Но не всегда качество поверхности готовых железобетонных изделий отвечает требованиям, предъявляемым ГОСТом. В решении этой задачи большую роль играют разделительные средства для форм.

Разделительные средства – это масла или концентраты эмульсий, применяемые для смазки форм при производстве железобетонных изделий. В зависимости от типа изделий и технологии производства, применяют соответствующую смазку [1]. Правильный выбор и равномерное нанесение разделительного средства способствует созданию гладкой и ровной поверхности железобетонных изделий. Это особенно важно, так как изделия с неудовлетворительной поверхностью требуют дополнительных затрат на отделку, что удлинит сроки строительства и увеличивает его стоимость. Поэтому заводская готовность изделия должна обеспечиваться в процессе формования.

Смазка должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Возможность легкого освобождения изделий без их повреждения и загрязнения, т.е. смазка должна снижать силу сцепления бетона с формой

2. Не вызывать коррозию металла и обладать антикоррозионными свойствами

3. Процесс приготовления и нанесения смазки должен быть механизирован и автоматизирован

4. Компоненты, входящие в состав смазки, не должны содержать вредных для здоровья веществ.

Разделительное средство наносится на очищенную от бетона поверхность равномерным тонким слоем. При очистке нельзя допускать повреждения поверхности форм. Наличие выбоин, глубоких вмятин и перекосов форм приводит к скоплению в них излишней смазки, что приводит к образованию пятен на поверхности изделий. В составе отечественных изобретений на предприятиях железобетона для смазки форм применяются эмульсии и суспензии. Также в качестве смазки используется машинное масло. Но его недостаток в том, что оно оказывает вредное воздействие на кожные покровы человека. Поэтому применение таких реагентов, как отработанные масла, исключается. Это привело к появлению на российском рынке новой продукции с улучшенными свойствами. Компанией МС-Баухеми разработана универсальная смазка на основе эмульсии Ortolan SEP 713 с ингибитором коррозии.

Характеристики продукта: на основе минеральных масел с модифицирующими добавками; защищает и сохраняет бетон от коррозии; низкая вязкость; низкий расход; высокое качество поверхности бетона, без масляных пятен, без крупных пор, без налипания и отслоения верхнего слоя бетона

Таблица 1

Технические характеристики Ortolan SEP 713

Характеристика	Единицы	Значения
Плотность	кг/дм ³	0,84-0,87
Температура застывания	°С	0
Расход	мл/м ²	15-35

Для сравнения: при использовании в качестве смазки машинного масла расход составляет в среднем 300–350 мл/м². Проблема качества поверхности железобетонных изделий не решается только лишь путем выбора эффективного разделительного средства. Обеспечить повышение качества железобетонных изделий позволяет: подбор состава бетонных смесей со специальными добавками; выбор разделительного средства и способ его нанесения; использование полимерного покрытия форм; подбор режима уплотнения бетонной смеси.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Студентка магистратуры 2 года обучения 6 группы ИСА

Ананьева С.В.

Научный руководитель - канд.тех.наук, доц. Н.Д. Чередниченко

ОСОБЕННОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

За последние пятнадцать лет монолитный железобетон в нашей стране стал основным строительным материалом. Перекрытия, возведенные по технологии монолитного строительства, имеют значительные преимущества: произвольные криволинейные формы, небольшая толщина и отсутствие швов, а также устойчивость к большим нагрузкам позволяют возводить здания не только высотными, но и уникальными по своему внешнему виду и планировке. Как и любой строительный процесс, бетонирование монолитных горизонтальных конструкций имеет свои особенности.

Укладка бетонной смеси происходит в несколько этапов: подача смеси на бетонируемую конструкцию, распределение смеси по конструкции, уплотнение смеси. Перед тем, как начнется укладка бетонной смеси необходимо проверить, чтобы конструкция ранее возведенной опалубки соответствовала всем необходимым требованиям и нормам, была очищена от грязи и пыли, а также арматура от ржавчины. Важно, чтобы смесь могла подаваться на любой участок бетонируемой конструкции. При укладке бетонной смеси необходимо контролировать состояние опалубки, следить чтобы она не деформировалась, а также не происходило ее смещения. Во время неблагоприятных погодных условий возводимая конструкция должна быть защищена от осадков.

Укладывается смесь слой за слоем, каждый последующий слой укладывается на уплотненный вибратором предыдущий. Важно чтобы соблюдался принцип укладки последующего бетонного слоя до момента высыхания предыдущего, однако на крупных объектах иногда это сделать невозможно и для этих случаев используют ступенчатый способ укладки бетона.

Уплотнение бетонной смеси является основной и неотъемлемой технологической операцией при бетонировании, от качества выполнения которой зависит плотность и однородность бетона, а, следовательно, прочность и долговечность конструкции. Для этих целей в уложенную бетонную смесь погружается вибратор и разжижает ее, повышая прочность стыкового соединения слоев. Если при погружении вибратора в

предыдущий слой образуются незаплывающие выемки, то бетонирование прекращают и устраивают рабочий шов.

В случае технологических перерывов более семи часов при бетонировании, последующая заливка нового слоя бетона происходит уже на полностью затвердевший предыдущий слой, в этом случае также устраивается рабочий шов. Такие места являются слабым местом конструкции, и должны располагаться в сечениях, где стыки бетона не будут иметь отрицательное влияние на прочность конструкции. Если перерыв в бетонировании составляет более двух часов, то последующую укладку продолжают только после набора бетоном прочности не менее 1,5 МПа. Перед возобновлением работ, поверхность бетона должна быть очищена, для лучшего сцепления ранее уложенного бетона со свежим. Поверхность очищается от цементной пленки с помощью водяной или воздушной струи, затем поверхность покрывается цементным раствором.

Существует несколько способов подачи бетонной смеси на объект: метод «кран-бадья», с помощью ленточных и вибрационных конвейеров, подача бетонной смеси по специальным хоботам, используя бетононасосы и пневмонагнетатели. Основными для бетонирования перекрытий являются следующие схемы:

- транспортное средство - бадья - кран - конструкция;
- транспортное средство - бадья - кран - звеньевой транспортер, виброжелоб - конструкция;
- транспортное средство - бетононасос - бетоновод - конструкция.

Важно помнить об особенностях каждого способа. Подача бетонной смеси методом «кран-бадья» широко распространено. При выборе бадьи для этого метода важно учитывать, что она должна обеспечивать не только приемку бетонной смеси из перевозочных и смесительных устройств, но и обладать возможностью ее транспортировки с помощью кранов, быть герметичной. Выбор крана зависит от конкретного объекта и условий строительства. Автомобильные краны более мобильны при сравнительно малой грузоподъемности и вылете стрелы. Башенные краны обладают большей грузоподъемностью, их рационально применять при строительстве многоэтажных гражданских и промышленных зданий. Применение мостового крана с соответствующей бадьей является более производительным методом подачи смеси, а трудоемкость и себестоимость более низкой, чем при подаче стреловыми кранами.

Подача смеси с помощью бетононасоса также получила большую популярность. Бетононасосы рекомендуется применять в стесненных условиях строительства, а также при производстве работ внутри здания, где невозможна подача смеси другими способами. Бетонная смесь, предназначенная для подачи с помощью бетононасоса, должна соответ-

ствовать не только общим требованиям, но и требованиям удобоперекачиваемости. Для этих целей рекомендуется вводить в нее пластифицирующие добавки.

Для каждого конкретного случая строительства метод подачи бетонной смеси выбирается индивидуально. Определяется он проектом производства работ и зависит от таких показателей как количество бетона, укладываемого в смену или сутки, затраты труда, стоимость подачи и т.д.

При выдерживании бетона важно поддерживать необходимую температуру и влажность. При жарком климате свежееуложенная бетонная поверхность должна быть защищена от прямых солнечных лучей. Например, самый простой способ, накрыть поверхность влажным брезентом или слоем опилок, которые насыпаются через 3-4 часа после укладки смеси и поливаются водой несколько раз в день. При низкой температуре воздуха необходимо наоборот иметь материалы для утепления бетонной конструкции. Используются греющие опалубки, конвекторный прогрев, предварительный разогрев бетонной смеси, прямой электрический прогрев и т.д. – в настоящее время существует множество технологий зимнего бетонирования, позволяющих при низких температурах возводить качественные и высокопрочные конструкции.

Бетонирование горизонтальных монолитных конструкций- строительный процесс, который требует соблюдения определенного порядка производства работ, контроля качества на каждом этапе. Но также технология монолитного строительства является наиболее технологичной, удобной и основной в современном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анпилов С.М.* Технология возведения зданий из монолитного железобетона. М.: АСВ, 2010.
2. *Афанасьев А.А.* Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона. – М.: Стройиздат, 1991 г.
3. *Мазов Е.П.* Строительство монолитных зданий. М.: ГАСИС , 2001. -107с.
4. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А.* Технология возведения зданий и сооружений. Учебник для строительных вузов. Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Высш. шк. , 2004. -446с.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФАСАДНЫХ РАБОТ

В наше время особенно важной задачей оказывается устранение потерь тепла через ограждающие конструкции жилых зданий и сооружений в рамках реализации выполнения требований, которые относятся к тепловой защите ограждающих стен. Повышение эксплуатационных свойств зданий и сооружений, а также необходимость уменьшить затраты энергоресурсов в отоплении - все это способствует увеличению тепловой защиты и принятию подходящей степени энергетической эффективности жилых зданий и сооружений. Статистика показывает, что через стены жилых зданий теряется 30 - 45 % тепловой энергии.

Федеральный закон Российской Федерации №261-ФЗ от 23 ноября 2009г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» представляет комплексы действий и шагов, которые обеспечивают применимость индекса теплового сопротивления ограждающих конструкций потребностям. Представленные меры включают в себе утепление ограждающих конструкций путем создания систем внешнего утепления фасадов. В данное время имеется два главных полезных и применимых решений систем внешнего утепления фасадов зданий, а именно: системы фасадные теплоизоляционные композиционные (СФТК) с наружными штукатурными слоями и навесные фасадные системы (НФС) с воздушным зазором.

В основе суммирования умений и опыта по использованию систем внешнего утепления фасадов зданий и сооружений в Российской Федерации, утверждено, что в наибольшей степени значительное применение в нынешних условиях обрели навесные фасадные системы с воздушным зазором [2]. Эксплуатационные свойства утепленных сооружений призывают провести дополнительные исследования, количество которых на территории России весьма возрастает и ежегодно равняются более чем 14 млн. квадратных метров утепленных стен.

Более чем 290 млн. квадратных метров, которые составляют 10,4% всего жилищного фонда РФ, требует срочного капитального ремонта, а 250 млн. квадратных метров (8,9%) - реконструкции. Принимая во внимание, что наружные стены зданий обладают небольшой степенью тепловой защиты, и число подобных объектов образуют большую долю жилищного и общественного фонда Российской Федерации, осуществление мероприятий по теплоизоляции наружных стен зданий и сооружений в связи с реконструкцией и капитальным ремонтом обязывает

проявлять особенный интерес. При всем том окончание основной доли нормативного срока эксплуатации вышеуказанных зданий и сооружений, техническое состояние наружных стен таких построек обладает довольно внушительным остаточным запасом несущей способности, и это, в свою очередь, допускает осуществлять их утепление.

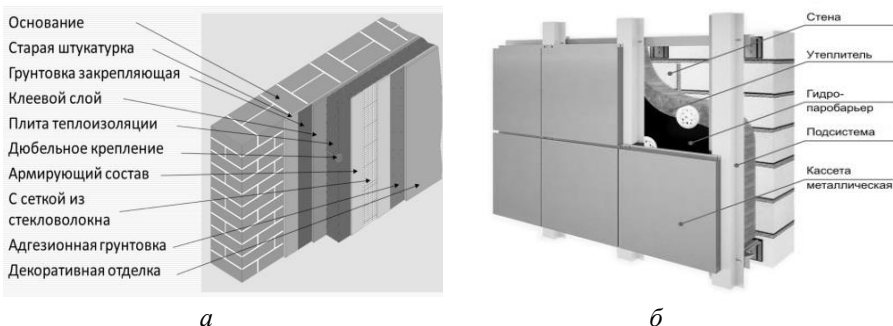


Рис. 1. Системы внешнего утепления фасадов:

- а) система фасадная, теплоизоляционная, композиционная (СФТК) с наружными штукатурными слоями,
- б) навесная фасадная система (НФС) с воздушным зазором

В нынешний период времени, основываясь на зарубежных и отечественных исследованиях специалистов в данной области, создано большое число нормативных и технических документов по использованию навесных фасадных систем, но все же данные работы не в полной мере определяют задачи организационно-технологической направленности и включают в себя лишь обобщенные указания к выполнению работ. В частности, существующие указания по сборке и установке навесных фасадных систем в большей мере определяют технологические аспекты, относящиеся прямо к монтажу фасадных систем, и в этом случае они не очень полно отвечают вопросам организации строительной площадки, подбора нужных способов подмащивания, численного и качественного выбора персонала рабочих для осуществления работ [1].

Рассмотрим технологию монтажа систем внешнего утепления фасадов на примере НФС с воздушным зазором:

- подготовительные работы (организационно-подготовительные мероприятия в соответствии со СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004);
- разметка точек установки кронштейнов;
- монтаж кронштейнов;
- монтаж теплоизоляции и ветрогидрозащиты;
- монтаж направляющих;

- установка оконных откосов и отливов;
- монтаж облицовки.

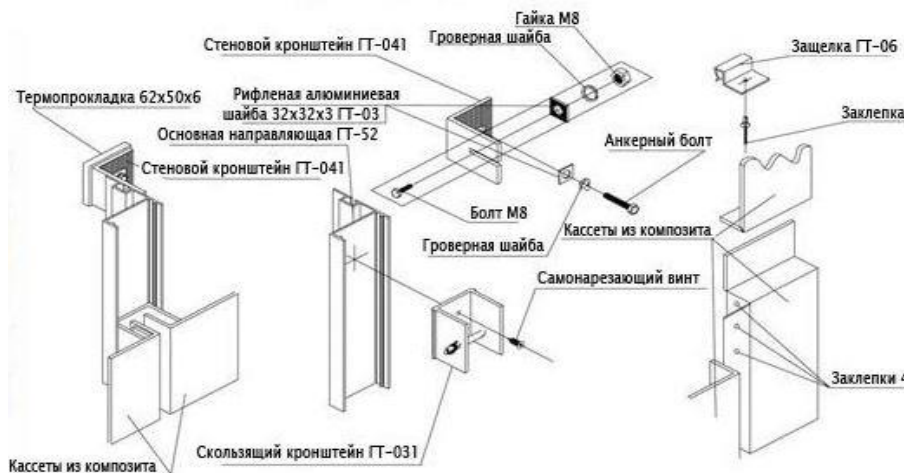


Рис. 2. Элементы НФС с воздушным зазором

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Куприянов В. Н.* Проектирование теплозащиты ограждающих конструкций. Казань: КГАСУ, 2011. 161 с.
2. *Немова Д.В.* Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем / Д.В. Немова // Инженерно-строительный журнал. –2010. №5. С. 7-11.

*Студентка 4 курса 9 группы ИСА Быстрова Д.В.
Научный руководитель – доц., канд. техн.наук Пугач Е.М.*

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Процессы каменной кладки состоят из большого количества операций, ручных и достаточно трудоемких, которые заметно увеличивают сроки и стоимость строительства. Поэтому важным аспектом является повышение производительности труда с сохранением качественных показателей продукции.

Ввиду увеличения темпов строительства, очень востребована работа высококвалифицированных каменщиков. Вследствие высокого спроса закономерно наблюдается дефицит специалистов 4-го и 5-го разрядов.

Решить эту проблему можно несколькими путями: организовать работу так, чтобы количество высококвалифицированных каменщиков было минимальным; увеличить эффективность работы; внедрить дополнительные механизмы, позволяющие выполнять сложные процессы рабочим 1-3 разрядов.

К настоящему моменту разработаны принципы правильной организации рабочего места и работ в бригаде каменщиков.

Первые попытки упрощения работ и совершенствования механизации были предприняты при внедрении метода кладки «семерками» с помощью шаблонов-опалубок [1]. Сущность этого метода заключается в том, что по периметру стены устанавливают металлические стойки-порядовки, которые поддерживают передвижные шаблоны-опалубку. Охватывая стену с двух сторон, конструкция обеспечивает горизонтальность, вертикальность и прямолинейность. Работа каменщиков сводится к заполнению кирпичной кладкой пространства между шаблонами-опалубкой, которые поднимают после укладки каждого ряда кирпичей. Труд каменщиков 4-го и 5-го разрядов здесь минимизирован, в то время как в звеньях «двойка» и «четверка» затраты труда квалифицированных каменщиков составляют 50% от трудоемкости всего процесса, в звеньях «тройка» и «пятерка» - 33-40%. В связи с этим рекомендуется работать укрупненными звеньями – «шестерками» и «пятерками» и организовывать работы по поточно-разделенному методу. Сущность этого метода заключается в том, что труд в звене разделен между отдельными исполнителями: каждый выполняет в определенной последовательности наиболее производительными приемами только установленную для него операцию.

Для обеспечения максимальной производительности [2] рабочую площадку делят на три зоны: рабочую, складирования и транспортную.

Рабочая должна иметь ширину 0,65...0,7 м (0,8 м при работе укрупненными звеньями) и включать в себя пространство между уложенными материалами и возводимой конструкцией. Увеличение данной зоны усложняет перемещение за материалами, а уменьшение – стесняет движение каменщиков.

Зона материалов – ширина должна соответствовать ширине контейнеров и ящиков с раствором – примерно 0,65...0,75 м. Материалы должны лежать в чередующемся порядке, а высота контейнеров обеспечивать удобство захвата материалов.

Транспортная зона – зона для прохода людей и транспортирования материалов шириной 1,15 -1,2 м. При механизированных способах подачи материалов зона может быть уменьшена до 0,6 - 0,75 м.

Общая ширина рабочей площадки должна быть 2,5...2,6 м. Несоблюдение данных правил ведет к снижению эффективности кладки.

Традиционно, набор каменщика включает: основной инструмент – кельму, растворную лопату или совок, молоток-кирочку, расшивку, а также инструмент для проверки кладки – отвес, правило, шнуры-причалки, скобы, уровень, порядовки и др..

По данным исследований [3] на эффективность кладки влияет масса инструмента, его форма, размеры и технологичность. Например, масса кельмы должна составлять 300 г, увеличение ее до 500-650 г понижает производительность на 15-20%.

Кроме выше перечисленных существуют технические решения, значительно упрощающие процесс каменной кладки. Например, автоматизированный молоток и лазерные устройства [4], значительно упрощающие работу каменщиков и не требующие высокой квалификации. По направлениям, заданным двумя лазерными уровнями, молоток приводит кирпич в проектное положение.

Устройство включает: платформу с рычагом и интегрированной причалкой - оптическим прибором; приспособление в форме молотка; источник лазерного излучения. Технология такова: каменщик 2-го разряда укладывает раствор и выравнивает кельмой растворную постель. Следующий каменщик 3-го разряда устанавливает и закрепляет лазерные излучатели на кирпичах в торцах укладываемой версты, соединяет рядовой кирпич с платформой молотка и укладывает на раствор, включает источник излучения, ориентирует лазерный луч, определяющий вертикальность кладки, включает электрические ударники для осаживания уложенного кирпича. По достижении верхней поверхностью кирпича необходимого положения, электрические ударники отключаются, и каменщик удаляет устройство.

Устройство для кладки кирпича решает задачу участия каменщиков и рабочих низкой квалификации. В качестве недостатка можно выделить необходимость подачи кирпича, что может сказаться на эффективности работы каменщика. Это устройство было успешно испытано на строительных площадках города Санкт-Петербург: выделены эргономические свойства, несложность использования.

Существуют разработки полной автоматизации процесса каменной кладки [5]. Автоматическое устройство кладки стен (АУКС) за счет использования поворотного в трех плоскостях механизма позволяет выполнять комплекс элементарных функций, обеспечивающих кладку: установку рабочего органа, подачу раствора через сопловую насадку, захват кирпича с помощью пневмоприсосок стрелы, укладку кирпича в необходимое положение, перемещение. Цикл занимает 8 секунд, не считая установки устройства в нужное положение. Перед кладкой робот занимает одну из расчетных точек, программа определяет положение паллет с кирпичом, после чего устройство захватывает и перемещает

кирпич к месту, где нанесен цементный раствор или клей (раствор наносится на поверхность в соответствии с местом укладки каждого отдельного кирпича), после ориентирует и устанавливает кирпич. Процесс повторяется до завершения работ на данном участке, после чего робот перемещается на следующее место.

Повышение эффективности выполнения работ, возможность быстрого и качественного строительства каменных зданий, могут быть достигнуты только при правильной организации звеньев и рабочих мест каменщиков, использовании современных приспособлений и механизмов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Казанский Н.В.* Технология и организация строительства каменных зданий. – М.: Стройиздат, 1973.
2. Технология производства каменных работ: Пособие для застройщиков. - М.: Стройинформ, 2008.
3. *Ищенко И.И.* Каменные работы: учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2012.
4. *А. Н. Попов, М. Н. Полищук, А. Н. Тимофеев* Исследование позиции кирпича в кладке. Современное машиностроение.– СПб.: Изд. Политехн. ун-та, 2012. – с.731-741.
5. *Мунасыпов Р.А.* Автоматизация процесса кирпичной кладки // Журнал Современные наукоемкие технологии. 2014. № 1 С. 56-61.

Студент магистратуры 1 года обучения 22 группы ИСА

Вершинин Д.В.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук Кузьмина Т.К.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

При возведении многоэтажных зданий методом подъема перекрытий железобетонные плиты изготавливают одну над другой в пакете без применения поддона опалубки для уменьшения сцепления плит между собой на поверхность нижележащей плиты наносят разделительный слой. Однако, несмотря на это, усилие сцепления бывает значительным. Чтобы преодолеть его, приходится увеличивать полезную грузоподъемность подъемного оборудования. До недавнего времени при расчете требуемой грузоподъемности подъемного оборудования усилие сцепления учитывалось коэффициентом перегрузки, принятым без расчет-

ных обоснований и составляло 1,2-1,25. Как показали экспериментальные исследования и практика строительства, при увеличении толщины плит перекрытий до 350-450 мм усилие сцепления значительно увеличивается и может достигать 50-70% от массы плиты [1,2,3,4]. В связи с этим возникла необходимость разработать метод определения усилия сцепления и найти средства технологического оснащения.

Для уменьшения этого усилия с целью повышения эффективности работы подъемного оборудования выявлены зависимости усилия сцепления от ряда факторов на основании проведенных экспериментальных исследований. После математической обработки результатов было найдено аналитическое выражение, позволяющее вычислить усилие сцепления.

Усилие сцепления находят по формуле

$$S_0 = k * (h - 4)^2 + c, \quad (1)$$

где S_0 – усилие сцепления плиты, кН;

h – толщина плиты, см;

k, c – эмпирические коэффициенты.

Коэффициенты k и c зависят от удельного сцепления. Удельное сцепление плиты с основанием, зависящее от состава разделительного слоя, определяется экспериментальным путём. В результате применения различных составов разделительного слоя получены следующие значения удельного сцепления, кПа:

этинолевый лак с известковым шламом - 12,4

казеиново-меловая паста - 13,1

казеиново-меловая паста с добавкой олифы и ГКЖ-2 - 14,1

При наличии у плиты перекрытия консольного участка суммируют найденное значение усилия сцепления и значение усилия сцепления консольной части. Суммарное усилие вычисляют по формуле

$$S = 1,1 * (S_0 + C_{ц} * a), \quad (2)$$

где S – суммарное усилие сцепления, кН;

$C_{ц}$ – удельное сцепление, кПа;

a – длина консоли, м.

Приведенные зависимости позволяют найти усилие сцепления полосы шириной I м для получения полного усилия сцепления, приходящегося на один подъемник, найденное значение усилия следует умножить на ширину грузовой площади в метрах, приходящейся на данный подъемник. Чтобы определить полную нагрузку на один подъемник, полученное значение усилия сцепления необходимо сложить с собственной массой плиты, приходящейся на данный подъемник [5,6,7].

Область применения найденных зависимостей ограничивается следующими пределами изменения факторов: удельное сцепление 5,5 - 43 кПа толщина плиты 4 - 50 см прочность бетона 10 - за МПа.

При бетонировании крупноразмерных плит большой толщины усилие сцепления бывает очень значительным и в некоторых случаях может превышать грузоподъемность подъемного оборудования. В этих случаях в проекте производства работ целесообразно предусматривать применение специальных устройств для уменьшения усилия сцепления [8,9]. Устройства могут быть двух типов, первый тип - съемные, второй - стационарные. Съемные устройства используют при возведении зданий методом подъема перекрытий, когда все плиты изготавливают в пакете (одна на другой), а затем их подают. Применение стационарных устройств облегчает отрыв крупногабаритных конструкций, например, монолитных этажей зданий, которые поочередно бетонируют по одному на уровне земли и сразу поднимают, освобождая устройство для бетонирования следующего этажа [10,11].

Съемное устройство для облегчения отрыва плит перекрытий представляет собой два опорных элемента, соединенных двумя нажимными винтами червячными парами.

Стационарное устройство представляет собой гибкий металлический поддон, прикрепленный к бетонной подготовке, заделанными в нее металлическими тягами регулируемой длины.

Технико-экономическая эффективность от применения устройств для облегчения отрыва обусловлена повышением доли полезной нагрузки в общей нагрузке на подъемное оборудование. В абсолютном выражении эффект по предварительным подсчетам достигает 2 руб./м³ железобетонных конструкций каркаса здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жадановский Б.В., Синенко С.А., Драган Д.Г.* Энергоэффективность способов выдерживания свежесушеного бетона при возведении монолитных конструкций / Технология и организация строительного производства. 2014. №2. С.38-41.
2. *Синенко С.А., Мамочкин С.А., Жадановский Б.В., Кузьмина Т.К.* Основы нормативной базы в строительстве / Москва, 2016
3. *Колесникова Е.Б., Кузьмина Т.К., Синенко С.А.* Решение организационно-технологических задач / Москва, 2015.
4. *Синенко С.А., Эммин Э., Грабовый П.Г., Вильман Ю.А., Грабовый К.П.* Опыт применения новых технологий при возведении современных зданий и сооружений (на примере комплекса ММДЦ «Москва-Сити») / Вестник МГСУ. 2012. №4. С.165-169
5. *Zhadanovsky B., Sinenko S.* Pressure method of concreting piles / Advanced Materials Research. 2014. Т. 838-841. С. 280-283.

6. *Жадановский Б.В.* Технический уровень производства опалубочных, арматурных и бетонных работ в отечественном строительстве / Промышленное и гражданское строительство. 2005. №10. С. 17-19
7. *Афанасьев А.А., Зиневич Л.В.* Моделирование технологических процессов омоноличивания стыков каркасных зданий при всесезонном производстве работ / Промышленное и гражданское строительство. 2012. №11. С.32-34.
8. *Олейник П., Бродский В.* Организация строительного производства / Подготовка и производство строительного-монтажных работ / Москва, 2014
9. *Oleinik P.P., Brodsky V.I., Grigorieva L.S.* DETERMINING THE DEGREE OF MOBILITY OF BUILDING SYSTEMS / Applied Mechanics and Materials. 2014. Т. 580-583. С. 2253-2256.
10. *Теличенко В.И., Тереньтьев О.М., Лapidус А.А.* Технологии возведения зданий и сооружений / Конспект лекций. Учебное пособие для студентов строительных специальностей / Москва, 1999.
11. *Теличенко В.И., Тереньтьев О.М., Лapidус А.А.* Технология строительных процессов / Учебник для бакалавров / Москва, 2007.

Студент 4 курса 1 группы ИГЭС Гамов Б.А.

Студентка 4 курса 1 группы ИГЭС Овсепян Ю.Г.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.А. Гончаров

СЕМЬ СКАЧКОВ ИНЖЕНЕРНОЙ МЫСЛИ, ПОЗВОЛИВШИХ ПОСТРОИТЬ САМОЕ ВЫСОКОЕ ЗДАНИЕ В МИРЕ

Город в небесах, 830 метров высотой, Бурдж Дубай представляет собой вершину искусства строительства небоскребов. Своим успехом он обязан 7 основополагающим изобретениям.

Чтобы понять, как Бурдж Дубай может достичь столь огромной высоты, нам следует вернуться в прошлое и посмотреть, как начиналась история небоскребов.

Первый прорыв произошел в 19 веке, когда было построено здание высотой всего 43 метра. Создатели Equitable Life Building в Нью-Йорке поняли, что прежде чем построить здание повыше, нужно облегчить людям подъем на верхние этажи.

Прорыв первый – изобретение лифта. В Бурдж Дубай было запроектировано 53 лифта, некоторые из которых способны подниматься на 120 этажей менее чем за 50 секунд. Самый большой из них вмещает до 46 пассажиров.

Следующий небоскреб Flatiron Building в Нью-Йорке поставил своего архитектора в затруднительное положение. Отведенный участок земли был настолько мал, что основание 22-этажного здания должно было стать треугольным. Исходя из этого, каменные стены первых этажей должны были иметь такую толщину, что места внутри здания практически не оставалось.

Прорыв второй – материалы. Здание было выполнено из стального каркаса, на который снаружи были подвешены тонкие каменные стены, подобно шторам. В каркас Бурдж Дубай входит около 30 000 тонн стали, внедренной в бетонный камень. Костяк здания облачен в высокотехнологичные «шторы» из стекла и металла.

После того как стены перестали играть несущую роль, это позволило выполнять их из стекла. Но как оградить людей в помещениях от палящего солнца и жара?

Прорыв третий – температура. Изобретение кондиционера во времена строительства штаб-квартиры ООН, стены которой были выполнены из стекла, решило эту проблему. Стекла, используемые при строительстве Бурдж Дубай, покрыты тонким слоем металла, который отражает ультрафиолет. Чтобы справиться с инфракрасным излучением, на внутреннюю поверхность стекол нанесен тонкий слой серебра.

Чтобы достичь головокружительной высоты в 417 м, инженерам всемирно известных Башен Близнецов пришлось изобрести новый гораздо более быстрый метод строительства небоскребов.

Прорыв четвёртый – скорость. Решение, к которому они приходят – изготавливать блоки заранее и собирать из них башни, подобно гигантской головоломке. Но как поднять блок туда, где он понадобится достаточно быстро? Деррик-кран (мачтовый кран), используемый при строительстве Empire State Building, требовал 2 дня для того, чтобы переместить его на новый этаж. Проблему решили прыгающие краны (кенгуру).

Когда 3 этажа построены, основание крана отделяется, поднимается на новый уровень и фиксируется на новой отметке. В то время как верхние этажи продолжали строиться, нижние уже начали заселяться арендаторами. Время – деньги. Кран-кенгуру стал лучшим решением и для Бурдж Дубай.

Однако поднимаясь все выше, небоскребы сталкиваются с новым врагом – ветром. Чтобы построить 442 метровую башню Sears Tower в Чикаго, инженерам приходится вывернуть небоскреб наизнанку.

Прорыв пятый – ветростойкость. Создатели башни выносят стальной каркас во внешний скелет. 9 таких «труб» делают его устойчивым по отношению к ветру. Модель здания Бурдж Дубай продувалась в аэродинамической трубе. Проектировщики решаются «обмануть» ветер,

уходя от прямоугольных форм. Необычные формы разрушают ветровые воронки, и не дают ветру захватить здание. Это называется «сбить ветер с толку».

Настал черед следующей проблемы. В Азии постоянно напоминает о себе злейший враг небоскребов – землетрясение. Чтобы воплотить свой замысел, создатели 509 метрового небоскреба Тайбэй 101 совершают еще один прорыв.

Прорыв шестой – сейсмостойкость. Добавляя в здание элемент эластичности, оно становится более прочным, поэтому создатели небоскреба сделали здание жестким там, где это необходимо и гибким там, где это возможно. Жесткость сооружению придают 36 стальных труб, заполненных бетоном и помещенных в центре. Остальные же элементы здания могут изгибаться и наклоняться под ударами стихии.

Матушка природа сама решила испытать конструкцию на прочность. В 2002 году Тайбэй 101 пережил землетрясение еще на этапе строительства. Как утверждают инженеры, созданное ими здание во время землетрясения является самым безопасным местом в городе. Основание Бурдж Дубай пришлось бурить на 50 метров вглубь, чтобы получить мощность породы. 200 свай не дают зданию весом в полмиллиона тонн уйти под землю.

Но сегодня небоскребам угрожает не только стихия, но и терроризм.

Прорыв седьмой – эвакуация. Бурдж Дубай огнестоек, так как огнестоек его ж/б каркас. Но вопрос в том, как люди выберутся наружу в случае опасности. Ответ прост – никак. Бурдж Дубай имеет 9 огнеубежищ. Их стены способны выдерживать натиск огня в течение 2 часов. В каждое помещение подается воздух по огнеупорным трубам. В огнеубежищах люди могут укрываться до тех пор, пока аварийные службы не возьмут ситуацию под контроль. Как только срабатывает датчик дыма, в лестничные клетки нагнетается воздух мощными вентиляторами, вытесняя дым и гарантируя проход спецслужб к огнеубежищам. Данная система отвечает пожарным требованиям небоскреба 21 века.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Научный фильм. Канал Discovery. «Чудеса инженерии».
2. Научный фильм. Канал Discovery. «Мегастройки. Бурдж Халифа».

*Студент 4 курса 11 группы ИГЭС Гоциридзе Г.П. ,
Студентка 4 курса 11 группы ИГЭС Швецова Д.А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.А. Гончаров*

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТИСЭ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЧАСТНОГО СЕКТОРА

На сегодняшний день рынок коттеджной недвижимости является одним из самых развитых и конкурентных рынков в строительной отрасли. Однако, приобрести собственное жилье может себе позволить далеко не каждый человек, а качество строительных работ, выполняемых различными фирмами, которые стремятся минимизировать свои расходы при выполнении заказа, в большинстве случаев оставляет желать лучшего. По этой причине все большую популярность приобретает строительство дома своими силами, без привлечения профессиональных строителей и проектировщиков. В данной статье мы рассмотрим одну из самых экономичных строительных технологий - универсальную технологию ТИСЭ (Технология Индивидуального строительства и Экология), позволяющую возводить фундамент и стены малоэтажных зданий в короткие сроки с минимальными затратами на оборудование.

Набор оборудования, используемого по данной методике, достаточно прост. При возведении фундамента необходимо использовать ручной бур, с помощью которого формируются скважины под сваи, а также сами сваи и цементный раствор. Как и любая строительная технология, ТИСЭ имеет свои преимущества, которые надо развивать, и недостатки, которые надо исправлять для будущего прогресса.

К плюсам технологии относятся:

- Низкая сметная стоимость возведения объектов.
- Практически полное отсутствие необходимости в использовании дорогостоящей строительной техники и оборудования.
- Автономность строительных работ, электрификация строительного участка не требуется.
- Работами по данной технологии может заниматься даже не профессионал с использованием простого оборудования.
- Отсутствие необходимости в покупке и транспортировке большого объема строительного материала.
- Минимальное время возведения объекта.
- Удобство при подводке коммуникаций (даже при полностью построенном объекте).

К минусам технологии относятся:

- Невозможность устройства фундамента на илистых, обводнённых грунтах и болотистых местностях. При больших нагрузках сваи будут тонуть или ломаться.

- Применение ручного труда. В твёрдых и каменных грунтах процесс бурения резко усложняется, возникают проблемы с проходкой скважины. Однако, сейчас выпускают буры с механическим приводом с лёгким бензиновым двигателем как у косилок.

- Нельзя сделать подвал полностью под всем домом.

Производство строительных работ по технологии ТИСЭ, ровно как и производство любых строительных работ, начинается с изучения участка строительства, анализа данных о рельефе местности, об уровне промерзания грунта и уровнях грунтовых вод в весенний и летний периоды года. После того как было создано планировочное решение участка, необходимо выполнить расчет фундамента и подготовить строительную площадку, произвести разметку и установить обноску. Следующим шагом станет разбивка фундаментных опор, обусловленных весом конструкции и несущей способностью опор. Бурение цилиндрической части скважины выполняется фундаментным буром ТИСЭ – Ф со снятым плугом. В случае попадания бура на большой валун не доходя до глубины промерзания грунта до 0.5 м, последующее расширение скважины можно производить прямо над валуном. Так же во время бурения можно столкнуться с повышенным уровнем грунтовых вод. Эта проблема скажется при заполнении скважины бетоном, поэтому заливать скважину бетоном лучше сразу, и работы проводить в летне-осенний период. Если грунтовый воды в скважине нет, то просачивание бетонного молока происходит более 6 см, а опора увеличит несущую способность в 1.5 раза. Образование в скважине полусферической полости выполняется плугом, который закреплен на буре в одном из трех положений (расширения диаметром 60, 50 и 40 см в зависимости от необходимой несущей способности опоры). Приступая к заполнению скважины бетоном, следует помнить, что подушку из щебня или песка не создают – выполняется так называемая набивная свая.

После установки арматуры (армирование опоры может выполняться использованием отдельных прутков, связанных в верхней части проволокой) расширенную часть скважины заполняют бетонной смесью, а затем в нее заводят толевую рубашку – свёрнутый в рулон лист толи или рубероида, предохраняющую столб от разрушения осевыми силами. Бетонная смесь закладывается под верхний обрез толевой рубашки. Далее бетон уплотняют (виброуплотнение или штыкование) и завершают создание опор устройством гидроизоляции их верхней части горячей мастикой.

Соединение опор лентой – ростверком – завершающий этап создания столбчато – ленточного фундамента. Задача ростверка - связать водоедино подземную часть фундамента, обеспечив, таким образом, равномерное распределение веса дома по сваям и равномерность осадок. Поперечное сечение ростверка зависит от вида строения, толщины возводимых стен, и уклона строительной площадки. Ширину ленты – ростверка необходимо согласовывать с самой стеной, ее утеплением и отделкой, а также видом планируемого цоколя. Рабочая (продольная) арматура ростверка – 4 стержня, расположенные симметрично (2-внизу; 2-сверху).

Так как же возвести надежную конструкцию без лишних денежных затрат? Технология ТИСЭ, с которой мы вас познакомим, является ответом на этот вопрос.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Яковлев Р.Н.*, Универсальный фундамент. Технология ТИСЭ М.:МПА 2010.
2. *Яковлев Р.Н.* Новые методы строительства – технология «ТИСЭ» М. 2003

Студент 4 курса 11 группы ИГЭС Гришин В.С.

Студент 4 курса 1 группы ИГЭС Терехов И.Н.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.А. Гончаров

БЕТОННЫЕ РАБОТЫ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Большая часть территории Российской Федерации находится в зоне суровых климатических условий, где продолжительность зимнего периода достигает полугодя, а в некоторых местах и более. Температура воздуха же может достигать $-40^{\circ}\dots-50^{\circ}\text{C}$, поэтому возникает необходимость применения различных методов зимнего бетонирования.

Известно, что вода при температуре ниже 0°C кристаллизуется, при этом расширяясь в объеме примерно на 9%. За счет этого, на молекулярном уровне, развиваются большие давления, достигающие 2500 кг/см^2 . Наибольшую опасность для бетона представляет механически связанная вода, заполняющая межзерновое пространство. Она, при замерзании, негативно влияет на свойства и структуру бетона. Для обеспечения благоприятных условий твердения и формирования заданных свойств и структуры, а также для повышения скорости набора прочно-

сти (критической, проектной, распалубочной) применяются разнообразные методы, рассмотрим некоторые из них.

Метод термоса. Сущность метода заключается в создании благоприятной среды для обеспечения набора, как минимум, критической прочности до момента остывания поверхностных слоев. Осуществляется это путем утепления опалубочной конструкции и подогрева бетонной смеси. Вследствие этого, она набирает прочность за счет начального содержания теплоты и ее экзотермического выделения при гидратации. К положительным факторам можно отнести: простоту, отсутствие специального оборудования, экономичность и небольшие трудозатраты. К отрицательным: низкая температура бетона, большие потери тепла при транспортировке и длительный период набора необходимой прочности. Метод «горячего термоса». Данный метод основан на предыдущем, но предусматривает внесения дополнительного тепла, путем предварительного прогрева бетонной смеси, при помощи электропрогрева. Разогрев чаще всего производится в кузове автомобиля или в бадьях.

Метод введения противоморозных добавок. Особенностью данного метода является введение химических добавок, позволяющих понизить температуру замерзания воды. Наиболее распространены некоторые виды солей монокарбоновой кислоты, в частности «поташ», а также нитрит натрия из-за их невысокой стоимости и эффективности. Следует учитывать, что для набора прочности, помимо введения добавок, необходимо обеспечить дополнительный подвод тепла и соблюдение определенных пропорций. К преимуществам можно отнести низкие трудозатраты и отсутствие специального оборудования. К недостаткам: пониженная коррозионная стойкость и увеличение продолжительности набора прочности.

Метод электродного прогрева. Метод представляет собой включение бетона в электрическую сеть в качестве сопротивления. Проходящая через бетон электрическая энергия превращается в тепловую, вследствие чего осуществляется прогрев бетонной смеси. Следует отметить, что по мере выдерживания бетона, его удельное электрическое сопротивление меняется. Метод имеет большое количество технологических разновидностей. К достоинствам можно отнести: высокую тепловую эффективность, простоту и надежность монтажа, прогрев конструкций любых габаритов. К основным недостаткам: затраты на дополнительное оборудование и энергозатраты, возможность неоднородного прогрева из-за разрыва контакта.

Метод конвективного прогрева. Подразумевает устройство изолированного пространства (тепняка), в котором устанавливаются тепловые пушки, прогревающие внутреннее пространство, создавая оптимальные условия для набора прочности.

Метод кондуктивного (контактного) прогрева. Сопровождается выделением теплоты в проводнике при прохождении электрического тока. Передача теплоты происходит путем теплопроводности по всей поверхности конструкции. В этом случае обычно применяют термоактивные опалубки, термоактивные гибкие покрытия, греющие провода, кабели и т.п. **Метод инфракрасного прогрева.** Основан на способности инфракрасных лучей, при их поглощении телом, трансформироваться в тепловую энергию. Теплота от излучателя к бетонной смеси транспортируется моментально без использования переносчиков тепла.

Выбор метода бетонных работ при отрицательных температурах зависит от: вида цемента; температуры окружающей среды (конкретные методы эффективны при определенных диапазонах температур); формы и габаритов конструкций (нерациональность использования некоторых методов для определенных форм); сроков набора прочности; экономического фактора (выбор метода осуществляется исходя из финансовых возможностей); доступности ресурсов (наличие технологии определенного метода в конкретном регионе); объема строительно-монтажных работ; качества предъявляемого к конечному продукту; охраны труда; трудозатрат. В таблице 1, мы приводим сравнение показателей трудозатрат и расходов электроэнергии на 1 м³ бетона, при использовании некоторых методов.

Таблица 1

Название метода Ед.изм.	Затраты труда	Расход электроэнергии
	чел. Час	кВт × ч
Метод «термоса»	0,9	54 (50-80)
Исп. противоморозных добавок	0,13	-
Электродный прогрев	3,03	76,5 (80-120)
Электрообогрев нагрев. проводами	4,07	76 (80-110)
Индукционный прогрев	22,5	263 (120-180)
Инфракрасный обогрев	5,25	228,2 (120-200)

Сопоставление плюсов и минусов каждой технологии показывает, что более перспективным является использование комбинированных методов с противоморозными добавками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Липидус А.А.* Технология строительных процессов. Часть II. 2008 г.
2. *Копылов В.Д.* Устройство монолитных бетонных конструкций при отрицательной температуре среды. 2014 г.

МОНИТОРИНГ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ ЗАКЛАДНЫХ ТЕНЗОМЕТРОВ ДЛЯ БЕТОНА

Расчет конструкций при проектировании не уникальных сооружений ведется на основе опыта строительства аналогичных объектов. При этом задаются достаточно большие коэффициенты запаса по надежности, которые не учитывают неравномерность работы конструкций.

В результате определения реально возникающих напряжений в сваях и пилонах появляется возможность в дальнейшем значительно снизить материалоемкость конструкций при строительстве аналогичных объектов. В ходе проведения научно-технического сопровождения строительства многофункционального жилого комплекса с подземной автостоянкой осуществляется мониторинг напряженно-деформированного состояния несущих конструкций по мере его возведения. Комплекс состоит из двух блоков секций переменной этажности, объединенных двухуровневой автостоянкой. Конструктивная схема здания – рамно-связевой каркас из монолитного железобетона, фундамент – монолитная железобетонная плита по полнотелым железобетонным забивным сваям-стойкам квадратного сечения размером 400х400мм (6 секция) и 300х300мм (1 секция). Для снятия показаний напряжений в конструкциях используются тензометры закладные для бетона типа ТЗБ-100 и ТЗБ-200. Они работают следующим образом: деформация растяжения в толще контролируемого объекта увеличивает расстояние между фланцами тензометра, и они растягивают стержень. Мост тензорезисторов преобразует это растяжение в выходной сигнал - рабочий коэффициент передачи, который отображается на дисплее весоизмерительного преобразователя, подключаемого к тензометру через питающий провод. Стержень тензометра покрыт пластиковой пленкой, не имеющей адгезии к бетону, поэтому касательные напряжения от бетона на стержень не передаются, и сигнал тензометра зависит только от перемещения фланцев, что повышает правильность измерений. Жесткость тензометра можно согласовать с жесткостью окружающего его бетона. В этом случае тензометр не влияет на напряженно-деформированное состояние контролируемого объекта, что существенно повышает достоверность измерений. Для того, чтобы установить зависимость между косвенной реактивной характеристикой, отображаемой прибором, и напряжениями в бетоне, выраженных в кН/см^2 , были отобраны образцы-свидетели в количестве 4 штук, в которые установили тензодатчики.

В результате лабораторных испытаний этих образцов были получены градуировочные зависимости.

Затем непосредственно осуществлялся монтаж тензометров в несущие конструкции жилого комплекса: после погружения свай на их поверхности при помощи бура было высверлено отверстие диаметром 80мм и глубиной 400мм, затем в него установили тензометр.

При помощи ремонтного состава, прочность которого в проектном возрасте составляет не менее 100% от проектного класса бетона свай (400х400мм – В30; 300х300мм.-В40), отверстие с датчиком было омоноличено.

В пилонах тензометр устанавливали перед монтажом вертикальной опалубки в месте образования рабочего шва с фундаментной плитой. Прибор закрепили с помощью проволоки к арматуре в заданной ориентации перед заливкой бетонной смесью.

Мониторинг напряжений осуществляется в 6 этапов:

1. Фиксируются начальные значения (после окончания твердения бетона конструкции);
2. После бетонирования фундаментной плиты для свай и вышележащей плиты перекрытия для пилонов;
3. После возведения подземной части здания;
4. После возведения 50% ж/б конструкций надземной части здания;
5. После возведения 100% ж/б конструкций надземной части здания;
6. После возведения внутренних стен и перегородок, фасадов (после завершения общестроительных работ на обследуемой секции).

Зафиксированные показания косвенной реактивной характеристики тензометра на каждом этапе сводятся в таблицу, где указывают возникающее напряжение в теле конструкции от прикладываемой нагрузки, вычисленные по ранее полученной градуировочной зависимости для разных типов конструкций и классов бетона, а также приращение косвенной характеристики по отношению к предыдущему этапу нагружения. Проведение научно-технического сопровождения строительства и мониторинга напряженно-деформированного состояния несущих конструкций данного объекта с последующими исследованиями полученных данных позволит проектировщику оценить насколько проектные значения нагрузок отличаются от реальных.

На основании проведённых исследований при последующей реализации данного проекта инженеры смогут внести изменения в расчет каркаса здания. Уменьшение сечения несущих конструкций позволит значительно снизить себестоимость строительства.

НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА В СОСТАВЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В настоящее время строительство любого объекта нуждается в организационно-технологической документации (ОТ). К ОТ относят: «Проект производства работ» (ППР.) и «Проект организации строительства» (ПОС.). Они проходят такие этапы как - оформление, согласование, утверждение и регистрация. Обязательно следуют соответствующим правилам, во время разработки, утверждения и согласования технической документации. Остановим наше внимание на ППР - это проект, содержащий решения по технологиям строительно-монтажных работ и оптимальной организации строительного производства.

ППР составляются полностью на постройку объекта и (или) его отдельные элементы, на работы предварительного периода строительства, на осуществление определенных видов строительно-монтажных работ (СМР). В состав ППР входят:

1) Календарный план или комплексам работ в различной форме (ленточная, сетевой график, циклограмма);

2) Строительный генеральный план с указанными границами строительных площадок и типами ее ограждений, временных и постоянных сетей коммуникаций (электроснабжение, водоснабжение, водоотведение и др.); временных и постоянных дорог, схем организации движения механизмов.

3) Графики поступления на площадку строительных материалов, конструкций, изделий и оборудования с приложенными ведомостями объемов работ в виде технической документации;

4) График работы основных строительных машин и механизмов, и графики движения рабочей силы (кадров) по объекту;

5) ТК на выполнение конкретных видов работ, в каждом из которых указываются орг-тех мероприятия на выполнение (СМР), с включением схем инструментального и операционного контроля;

6) Схемы устройства геодезических сетей и знаков; пояснительная записка, в котором содержатся решения по выполнению геодезических работ, а также решения по прокладке непостоянных сетей тепло-, водо-, энергоснабжение и освещение строительной площадки и рабочего пространства;

7) Определение техники безопасности в составе, определенном нормативным документом СНиП;

8) Схемы строповки грузов и перечни монтажа оснастки и технологического инвентаря.[1]

Технологическая карта (ТК) - составная часть ОТ документации, которая регламентирует правила реализаций технологических решений, а также выбор средств технического обеспечения, механизации и автоматизации производственных и технологических процессов, СМР, необходимых материально-технических ресурсов, современной оснастки и приспособлений.

ТК включает в себя разделы следующие:

- область применения;
- технология и организация выполнения работ (указываются требования к применяемым технологиям, качеству выполненных ранее работ, рациональное расположение материальных ресурсов на объекте);
- требования к качеству и приемке работ (рассматривают технологические процессы ,материалы и изделия, подлежащие контролю,а также существующие схемы инструментального контроля);
- охрана труда и техника безопасности;
- потребность в ресурсах(применяемые механизмы, оборудования и материалы) ;
- технико-экономические показатели.

Рассмотрим подробнее третий раздел, а именно требования к качеству и приемке работ.

Контроль прочности бетона в конструкциях при монолитном строительстве выполняется практически полностью с использованием неразрушающих методов контроля.

Однако и в проекте производства работ и в ТК по возведению монолитных конструкций отсутствуют точные указания по организационно-технологическому решению для проведения неразрушающего контроля качества.

Поэтому пользователям приходится ссылаться лишь на ГОСТ 18105-2010 (правила контроля и оценки прочности бетона). Это не эффективно, ввиду того, что при проведении неразрушающего контроля необходимо учитывать:

1. В какие сроки будут проведены испытания:

1.1. Испытания осуществлялись на ранних стадиях твердения бетона, при оценке распалубочной прочности и в процессе мониторинга прочностных параметров железобетонных конструкций до набора проектной прочности бетона;

1.2. Испытания осуществлялись при оценке распалубочной прочности и во время мониторинга прочностных параметров конструкций до набора проектной прочности бетона;

1.3. Испытания осуществлялись вне указанных сроков.

2. Какой уровень квалификации у исполняющего персонала:

2.1. Специалист 3 уровня;

2.2. Специалист 2 уровня;

2.3. Специалист 1 уровня.

3. При каких климатических условиях:

3.1. Летний период;

3.2. Осенне-весенний период;

3.3. Зимний период.

4. Какие приборы будут применены:

4.1. Ультразвуковые приборы;

4.2. Механические (приборы для методов: ударного импульса, упругого отскока, отрыва со скалыванием).

5. Какие градуировочные зависимости использовать:

5.1. Комбинированные (индивидуальные + частные);

5.2. Частные;

5.3. Универсальные.

Однако вышеуказанные параметры не учитываются ни в проекте производства работ, ни в технологических картах. Для повышения качества строительства необходимо учитывать данные факторы в подобных документах, например, в технологических картах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 48.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»;

2. Справочное пособие к СНиП 3.01.01-85 Серия основана в 1989 году разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для промышленного строительства;

3. Справочное пособие к СНиП 3.01.01-85 Серия основана в 1989 году разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для реконструкции действующих предприятий, зданий и сооружений.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ ИЗ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ

В последние годы в России загородное малоэтажное строительство развивается и пользуется спросом у заказчиков и инвесторов [1, 2, 3]. Возводятся целые коттеджные поселки со своей инфраструктурой. В основном, это обусловлено наличием в РФ огромной территории, которая позволяет застраивать свои владения в длину, а не в высоту.

В связи с этим, учитывая проблемы инвестиционного климата в области строительства, технология возведения методом несъемной опалубки является актуальной и привлекательной для таких участников инвестиционно-строительной деятельности, как инвесторы, заказчики, технические заказчики [4, 5, 6].

Возведение домов методом несъемной опалубки имеет свои особенности:

- Панели несъемной опалубки доставляются на место строительства, либо могут изготавливаться прямо на объекте.
- Позволяет вести строительство на всех типах фундамента: ленточный, свайный, плитный и т. д. [7, 8, 9].
- Толщина стен, как и масса конструкции, значительно ниже по сравнению с традиционными технологиями строительства, а это сильно снижает нагрузку на фундамент, что приводит к экономии уже на начальном этапе строительства [7, 8, 9].
- Для наружных стен используется облицовочная несъемная опалубка. Декоративная опалубка состоит из внешней декоративной панели, в состав которой входит слой из утеплителя, из внутренней панели и соединительных элементов.

Внешняя панель выполняется из декоративного бетона марки (М200...М500). При возведении стен, сразу происходит отделка фасада и внутренней части конструкции. Элементы декоративной несъемной опалубки соединяются при помощи шпон-паза, поэтому исключается вытекание бетона, не требуется привлечение высококвалифицированной рабочей силы, ускоряет процесс сборки и отделки конструкции. Панели могут монтироваться в горизонтальном и вертикальном положении в зависимости от архитектурных решений [7, 9].

Внутренняя панель может выполняться из декоративных материалов, таким образом сразу производится внутренняя отделка помещения. Вместо несъемных внутренних панелей, возможно применение

фанерных щитов, которые впоследствии будут использоваться многократно.

Внутренние перегородки могут выполнены как из кирпича, так и с использованием несъемной опалубки.

В зависимости от технических требований заполнения стен выполняется в монолитной или каркасно-монолитной форме.

Закладные элементы панелей опалубки выполнены из нержавеющей стали, не подлежат коррозии и позволяют строить в агрессивных климатических зонах.

Для удобства монтажа стеновых панелей применяют самодельные или готовые быстросъемные подмости. Они позволяют достичь строгой вертикальности, значительно сокращая время на монтаж элементов стены. Подмости крепятся к элементам опалубки и легко переставляются на нужную высоту.

Пространство между внутренней и внешней панелями заполняется бетоном, легкими бетонами, такими как керамзитопено-, полистиролбетон [7, 8, 9].

Технология позволяет применять все типы перекрытий, как то монолитное, деревянное, плитное. Фермы собираются на земле по шаблону, затем производится монтаж кровли.

При использовании такого метода существует ряд недостатков:

- пенополистирол имеет низкую паропроницаемость и готовые стены «плохо дышат»;
- дома при таком методе возводятся быстро, в связи с этим, возможно в построенном доме некоторое время наличие повышенной влажности (пока твердеет бетон);
- недостаток квалифицированных рабочих в связи с новизной метода на российском рынке;
- дома из несъемной опалубки трудно реконструировать.

Наряду с этим, выделим основные плюсы использования метода несъемной опалубки:

- долговечность использования;
- сроки возведения значительно быстрее, чем при использовании других методов строительства;
- стоимость возведения 1 квадратного метра начинается от 18 тыс.руб., что значительно дешевле, при использовании кирпича [10];
- дома, возведенные таким методом, считаются энергоэффективными;
- данная технология дает самую точную геометрию;
- пенополистирольная несъемная опалубка является идеально ровной поверхностью, готовой под отделку любыми материалами[10].

Несъемная опалубка при строительстве частного сектора является сравнительно новым методом в России, который за короткий срок набрал высокую популярность, несмотря на приведенные недостатки. В связи с этим, дополнительные исследования этой технологии являются наиболее значимыми в настоящее время.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика / Промышленное и гражданское строительство. 2012. №11. С. 42-43.
2. *Кузьмина Т.К.* Адаптация деятельности технического заказчика в рыночных условиях / диссертация кандидата технических наук: 05.23.08 / Московский государственный строительный университет. Москва, 2012.
3. *Кузьмина Т.К., Синенко С.А.* Информационное моделирование строительства в работе технического заказчика / Естественные и технические науки. 2015. №11. С.637-639.
4. *Кузьмина Т.К.* О некоторых проблемах инвестиционного климата в области строительства / Научное обозрение. 2016. № 21. С. 192-195.
5. *Кузьмина Т.К., Синенко С.А.* Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами / Научной обозрение. 2016. №7. С. 222-226.
6. *Кузьмина Т.К., Синенко С.А., Славин А.М.* Совмещение функций основных участников инвестиционно-строительной деятельности на современном этапе / Промышленное и гражданское строительство. 2016. №6. С.71-75.
7. *Джесси Рассел.* Несъёмная опалубка. Изд. VSD,2013. 76 с.
8. *Кузьмина Т.К.* Организационно-технологические решения при устройстве фундаментов малоэтажных зданий/ Новая наука: От идеи к результату. 2015. №4. С.119-123.
9. www.lego-stroy.ru
10. <http://www.irm.ru/news/50067.html>

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКО-СТРОИТЕЛЬСТВЕ

На современном этапе достаточно остро стоит вопрос о минимизации ущерба наносимого окружающей средой строительством при использовании промышленных материалов. Для решения экологических задач активно воссоздаются и внедряются технологии, предусматривающие использование возобновляемых природных материалов. В малоэтажном строительстве используют конструктивно-технологические решения, позволяющие замещать искусственные материалы на натуральные. В таких вариантах, как каменная кладка и каркасах из элементов с различной степенью укрупнения, могут быть использованы древесина, солома, камышит, глинобетонные и торфяные блоки. Большой интерес для эко-строительства представляет солома, которая наряду с древесиной является возобновляемым и экологичным материалом. Однако, в отличие от древесины, воспроизводство соломы носит ежегодный характер и менее трудоемко. Первый дом из соломы по бескаркасной технологии был возведен в 1896 году в США [1]. За это время было построено свыше 120 тысяч домов по всему миру. И в наши дни данный вид строительства достаточно популярен. Таблица 1

Эксплуатационные показатели зданий с ограждениями

Параметры	Древесина	Керамика	Легкие бетоны	Солома
Средняя плотность, кг/м ³	550... 740	1500... 1900	500...2000	120... 150
Водопоглощение по массе, %	до 200	6...14	8...14	200
Морозостойкость, кол-во циклов	от 70	25...35	от 50	от 50
Теплопроводность, Вт/м ² ×°С	0,14	0,30... 0,52	0,07...0,7	0,04... 0,05
Предел прочности на сжатие, МПа	50	7,5... 35	3,5... 60	2
Огнестойкость	F30	F300	F240	F119
Энергозатраты, кВт×ч/м ² в год	30...90	100...170	250...360	15...65

Если сопоставить наиболее распространенные технические решения для наружных стен и солому по эксплуатационным показателям (табл. 1), то можно выделить ее значительные преимущества.

Сниженные энергозатраты на отопление дома за счет хорошей теплоизоляции, низкая плотность и теплопроводность делает солому привлекательным строительным материалом. Бытует мнение, что соломенное домостроение является пожароопасным, но многочисленные эксперименты показали, что солома в плотном состоянии имеет показатель огнестойкости F119, что превосходит большинство строительных материалов [2]. Если солому покрыть глиняной штукатуркой или облицевать плитами ГСП или ЦСП, то ее огнестойкость возрастет. Благодаря пористости для соломенных конструкций характерен высокий уровень шумоизоляции (Азв~0,9).

Конструкция из соломы должна быть сухой для исключения гниения, достаточно легкой для возможности возведения стен вручную или с помощью небольших подъемных механизмов и иметь правильную форму. При изготовлении блоков из соломы важным фактором является их плотность, так как от нее напрямую зависит теплопроводность, для этого необходимо правильно сочетать несколько показателей: усилие, действующее со стороны пресса, влажность, температуру и сорт применяемых злаковых. Технология возведения домов из соломы бывает двух видов: каркасная и бескаркасная. При бескаркасной технологии стены состоят из соломенных блоков, которые играют роль несущего элемента конструкции дома [5]. В цоколь дома монтируют железные прутья с шагом примерно один метр на высоту двух блоков, далее на эти прутья укладывают первые два ряда блоков, после монтируют следующие ряды и в них вбивают прутья. Для данного способа необходимо выполнять дополнительные мероприятия при устройстве кровли – укладку распределительного пояса (мауэрлата) из толстых досок по верху стен для опирания стропильных конструкций. Крыша должна быть простой в исполнении и минимальной по весу.

Процесс возведения дома из соломенных блоков отличается малой технологичностью, что заключается в необходимости после укладки выравнивать поверхности блоков стрижкой, которая осуществляется вручную кусторезом, триммером или цепной пилой. Данная операция выполняется для оштукатуривания или устройства вентиляционного фасада [4].

При каркасной технологии возможны два варианта возведения стен: устройство каркаса из деревянного бруса, заполняемого блоками (тюками) из соломы, которые соединены между собой вертикально вбитыми кольями, или сборка дома из уже готовых панелей, представляющих собой отдельные элементы деревянного каркаса, плотно сжатой между

ним соломой[3].Стыки каркасов заполняют клеем-герметиком, что исключает возможность возникновения мостиков холода.Для предотвращения проникновения влаги основание под каркасом изолируют, а блоки устанавливают на подиуме.

После возведения стен их армируют металлической сеткой и наносят цементно-известковый или глиняный штукатурный раствор. Штукатурные работы призваны повысить огнестойкость, прочность и долговечность дома.

Таблица 2

Технико- экономические показатели

Параметры	Соломенные панели	Срубы	Каркасы с минераловатным заполнителем	Каменная кладка
Затраты труды на ед. продукции, чел-ч/м ³	2,34	2	2,67	3,2
выработка, м ³ /ч	0,42	0,5	0,37	0,31

Сравнительный анализ технико-экономических показателей строительства из соломенных панелей с наиболее распространенными конструктивными решениями наружных стен (таблица 2) показал достаточно высокую эффективность применения данной технологии.

Привлекающим является также тот факт, что соломенное домостроение предоставляет простор для реализации индивидуальных конструктивных решений. За счет своей дешевизны, долговечности и экологичности соломенные конструкции перспективны и обладают всеми качествами для широкого внедрения. Необходимо совершенствовать технологический процесс устройства соломенных конструкций и решать вопросы выравнивания поверхности соломенных блоков, подбора оптимальной плотности и технологии сжатия соломы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стив Мак Доналд, Матс Мирман.* Стройте дома из соломы. Минск, 1997, 60 с.
2. *Herbert & Astrid Gruber.* European StrawBale Gathering AUSTRIA 2002 REPORT, 20 с
3. *Богдан Попов.* Дома из соломенных блоков. Киев, 10 с.
4. *Amazon Nails.* Information guide to straw bale building for self-builders and the construction industry. UK, 2001, 60 с.
Von Paul Lacinski, Michael Bergeron. Serious Straw Bale: A Home Construction Guide for All Climates. Canada, 2000, 371 с.

*Студент 3 курса 7 группы ИСА Кочетков М.А.
Студентка 3 курса 7 группы ИСА Селиванова О.С.
Научный руководитель – ст. преп. А.С. Комиссарова*

ВРЕМЕННОЕ КРЕПЛЕНИЕ СТЕНОК КОТЛОВАНА СПОСОБОМ «НАДУВНАЯ СТЕНА»

При производстве земляных работ в ограниченных условиях, а также при наличии грунтовых вод, плавунцов и при других сложных гидрогеологических условиях, когда при этом невозможно обеспечить требуемое заложение откосов, необходимо производить крепление котлованов и траншей.



Рис. 1. Формирования вертикального укрепляющего барьера

Участки рельефа со слабыми, склонными к оползням грунтами, всегда усложняют ход работы. В особенности испытывают неудобства в этом плане дорожные и ремонтные службы, выполняющие строительные работы в городских районах с плотной застройкой. Возможность сдвига грунта затрудняет либо делает совсем неосуществимой доставку специальной строительной техники к объекту.

Уникальный метод укрепления сложных участков склонов предложили норвежские ученые института SINTEF - новый способ стабилизации участков со сложной механикой почвы. Концепция основана на заполнении керамзитом (Леса) огромной «колбасной оболочки» из геотекстиля. Разработка получила название «**надувная стена**», вероятнее

всего, из-за внешнего облика используемой армирующей конструкции, похожей на надувное изделие. В реальности, ничего надувать не надо. Тканый геотекстиль, используемый учеными для укрепления осадочных масс, представляет собой трикотажную сетку на основе полимеров. Из полотен геотекстиля формируется стена, которая выполняет функцию опалубки. Эта стена затем крепится к осыпающемуся откосу с использованием крючков и систем крепления, также изготовленных из геотекстиля. Это решение экономит и время, и пространство, потому что для формирования стены не требуется подъездных дорог для тяжелой строительной техники.

Сама мысль использования геотекстиля в укреплении грунтов со сложной механикой не нова, но принципиально новаторской является методика формирования вертикального укрепляющего барьера (стенки), позволяющей задерживать склоны, находящиеся даже под углом 90° к горизонту. При желании, «**надувная стена**» сверху может маскироваться любым декоративным покрытием (к примеру, сайдингом или растительным покровом). Понятно, что научное решение норвежцев заинтриговало как большие строительные компании, так и маленьких застройщиков, столкнувшихся с вопросом защиты слабых склонов.

Проведение работ по сооружению «**надувной стенки**» не отличается сложностью, так как не требует наличия тяжелой спецтехники, подъездных путей и сложного монтажа.

Инженерная конструкция имеет маленький вес, потому как заполнена легким керамзитом, а монтажные работы максимально примитивны и могут быть выполнены на месте. Конкретно эти достоинства данного метода выделил директор по научной работе SINTEF - Арнштайн Ватн: "Мы разработали решение, в котором укрепляющий барьер просто строится непосредственно на месте, что дает возможность доступа к месту, где ограничено пространство, нет доступа для строительной техники". Важным фактором также является - применение в новейшей технологии экологически незапятнанных материалов: керамзит и геотекстиль, которые в свою очередь не активны по отношению к земле и не меняются под воздействием климата, что позволяет сохранить окружающую среду.

Не так давно новая технология укрепления почвы была испытана в двух населенных пунктах. Первая стена из геотекстиля 2,5-метровой высоты была построена на территории завода Saint-GobainWeber, который расположен на набережные города Фредрикстад. Немногим позднее почти 5-метровая стена из геотекстиля помогла остановить эрозию земляного вала.

Она была построена на территории завода Saint-GobainWeber, который расположен на набережные города Фредрикстад. Немногим позд-

нее почти 5-метровая стена из геотекстиля помогла остановить эрозию земляного склона, который создавал проблемы для работы завода на его территории Saint-GobainWeber в городе Релинген.

Сегодня обе стены служат демонстрационными площадками, где заинтересованные стороны могут увидеть, как само исполнение технологии, так и различные типы покрытия фасадов.

В проекте также участвовали: французский производитель геотекстиля Texinov, производитель керамзита Saint-GobainWeber и французская Национальная консерватория искусств и ремесел (CNAM).



Рис. 2. Проведение работ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Метод «надувная стена» (норв.) на сайте <http://www.sintef.no/en/latest-news/blowing-a-slope-into-place/>
2. Укрепление склонов геотекстилем (норв.) на сайте <http://gemini.no/2013/06/blaser-skraninga-pa-plass/>

ВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ, ВИДА И НАЗНАЧЕНИЯ

Как известно процессы строительства, реконструкции, текущего и капитального ремонтов проходят в несколько этапов. После выдачи проектной документации начинается процесс воплощения проектных решений в жизнь. На данном этапе необходим технический надзор, который гарантированно позволит ввести объект в дальнейшую эксплуатацию. Для начала стоит разобраться, что из себя представляет само понятие технического надзора. Технический надзор-это комплекс мероприятий, направленный на контроль качества строительных работ, материалов, соблюдение графика работ и инвестиционного бюджета.

Регулярно служба технического надзора посещает строительную площадку, тем самым ведет прямой контроль за исполнением всех проектных решений. Такие меры позволяют не только своевременно сдать объект, но и предотвратить будущие сложности с дальнейшей его эксплуатацией. Служба технического надзора состоит из инженеров различных профилей: геодезистов, конструкторов, сметчиков, инженеров по сантехническим системам и электрическим сетям. Каждый специалист контролирует выполнение своего раздела проекта, а так же взаимодействие своих систем с другими конструктивными элементами здания. Технический надзор позволяет экономить средства и время заказчика, а также значительно уменьшает риск срыва срока сдачи объекта. Специалисты технического надзора оказывают юридическую поддержку и контролируют соблюдение нормативной документации регламентирующей данный процесс. Права и обязанности данной службы были определены в «Положении о заказчике-застройщике и техническом надзоре» (Постановление Госстроя СССР №16 от 02.02.88 с изм. от 08.06.2001 г.) [2] В связи со вступлением в силу в 2004 году Градостроительного Кодекса РФ, данное положение утратило силу, а вместо термина «технический надзор» стал использоваться термин «строительный контроль». Инженер технического надзора это человек имеющий удостоверение, позволяющее осуществлять такой вид деятельности. Данное право дается лишь аттестованным работникам в соответствии с законодательством Российской Федерации [1].

На данный момент определяется три вида технического надзора в строительстве:

- 1) Государственный строительный надзор;

- 2) Строительный контроль;
- 3) Авторский надзор.

Разница в этих понятиях зависит от того кто осуществляет подобный контроль. В первом случае в случае контролирующего органа выступает уполномоченный орган исполнительной власти. При строительном контроле контроль осуществляется подрядчиком, технической службой заказчика и авторским надзором проектировщика. В случае авторского надзора, контроль осуществляется предприятием выдавшим проектную документацию на данный объект. Каждый инженер технического надзора ведет контроль за качественным исполнением определенного вида работ:

- 1) проектирование;
- 2) строительные работы;
- 3) монтаж сантехники;
- 4) электрические работы;
- 5) монтаж систем вентиляции и кондиционирования[3]

По результатам проверки оформляются акты приемки, а результаты технического надзора заказчика в период производства строительно-монтажных работ и монтажа оборудования заносятся в журнал технадзора[4]. Инженер технического надзора в строительстве должен выполнять следующие функции:

- 1) Проверять сертификаты и документы, которые подтверждают качество используемых материалов, оборудования, конструкций.
- 2) Соответствие выполняемой работы с проектной документацией.
- 3) Учет принятых и оплаченных строительных работ.
- 4) Оценка выполненных работ вместе с заказчиком.
- 5) Ставят в известность нанимателя о несоответствии качества материалов.
- 6) Оформление актов с указанием нарушений.
- 7) Участие в государственных проверках. [3]

Заказчик в свою очередь обязан обеспечить специалистов технического надзора служебными помещениями, средствами индивидуальной защиты и тд.

Технический надзор является важнейшим мероприятием при осуществлении строительства, реконструкции или ремонта. Технический надзор необходимо осуществлять на нулевом цикле строительных работ.

Своевременный анализ проектно-сметной документации позволяет снизить затраты на строительство до 30 %. Еженедельный технический надзор дает возможность избежать ошибок и нарушений качества на каждом этапе строительства, реконструкции или капитального и текущего ремонта.

Студентка 4 курса 11 группы ИГЭС Рзун В.В.

Студент 4 курса 10 группы ИГЭС Горынцев В.А.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. А.А. Гончаров

МОРСКИЕ СТАЦИОНАРНЫЕ ПЛАТФОРМЫ

Морская стационарная платформа - сложное гидротехническое сооружение, предназначенное для разработки скважин. На платформе устанавливается оборудование: буровое, нефтепромысловое и вспомогательное, обеспечивающее бурение скважин, добычу нефти и газа, их подготовку; а также оборудование и системы для производства работ, связанных с разработкой морских нефтяных и газовых месторождений.

Стационарные платформы подразделяются на виды: стационарные платформы с жестким опорным блоком, стационарные платформы с гибким опорным блоком.

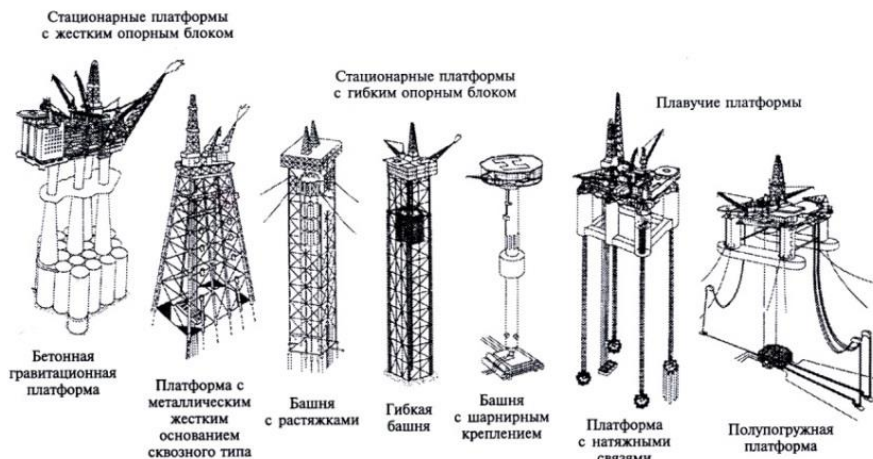


Рис 1. Виды морских платформ

Также существует еще два вида платформ – плавучая платформа и полупогружная платформа. Каждый из видов имеет свои типы конструкций. Стационарные платформы с жестким опорным блоком могут быть: бетонная гравитационная платформа, платформа с металлическим основанием сквозного типа. Платформы с гибким опорным блоком могут иметь вид: башня с растяжками, гибкая башня, башня с шарнирным креплением. Выбор типа платформы и технологии ее возведения зависит от глубины моря в местах возведения платформ. Каждая конструкция индивидуальна и уникальна. Может иметь новые части, способы возведения, решения и внешний вид.

С появлением новых технологий разработка месторождений стала возможна и под водой. Это все происходило поэтапно, от берегов до открытого моря. На каждой глубине своя конструкция и способ строительства. На мелководье сооружают укрепленные острова, с которых осуществляют бурение. Реже применяется технология, когда нужный участок окантовывают дамбами и откачивают воду из образовавшегося котлована. На глубине до 40 метров сооружаются стационарные платформы, если же глубины достигают 80 метров, используют плавучие буровые установки, имеющие опоры. До глубин 150-200 метров используют полупогружные платформы, которые удерживаются на месте с помощью якорей или системы динамической стабилизации.

«Стержневые стационарные» называются платформы, имеющие три основных блока (или части): свайный фундамент, стержневая несущая конструкция и верхняя часть, которая представляет собой платформу. Это площадка, на которой размещается технологическое оборудование и помещения для обслуживающего персонала.

В качестве фундаментной части, которая несет на себе весь вес конструкции, применяются забивные сваи и в ряде случаев они укрепляются железобетонным фигурным фундаментом. Основание зависит от геометрии и веса нагрузок на верхние части платформы. Обычно статическую прочность рассчитывают на действие максимальных нагрузок, повторяющихся 1 раз в 100 лет, и совершают поверочный расчет на динамические и циклические нагрузки. Опорный блок, соединяющий основание с платформой, состоит из вертикальных или наклонных стержней, усиленных поперечными связями, обеспечивающими необходимую жесткость конструкции. Как правило, изготовление опорного блока из несущих стержней осуществляют на суше и после буксируют на баржах к месту установки.

Платформа, опирающаяся на опорный блок, представляет собой ферменную или балочную конструкцию, имеющую настил, на котором размещается оборудование, производственные и жилые помещения. На каждом объекте форма надводной части индивидуальна, но она должна в себе содержать ряд назначений: опорная палуба и блок-модули бурения и комплекса добычи, система подготовки продукции скважин, оборудование для поддержания пластового давления.

При существующем многообразии вариаций платформ, это считается наиболее сложным видом строительства. Самая большая нефтяная платформа «TrollA» высотой почти 450м расположена в Норвегии. Также считается самой высокой постройкой, которая перемещается относительно поверхности Земли.

Современные технологии позволили создать платформы с домкратной системой, позволяющей изменять высоту отдельных секций в зависимости от глубины моря и глубины скважины.

В связи с известными авариями особое внимание уделяется повышению надежности оборудования для перекрытия скважины при резком росте давления.



Рис 2. Нефтяная платформа «Troll A»

Освоение морских месторождений требует новых разработок и технологий, как в строительстве платформ, так и по части обслуживающей их инфраструктуры. На сегодняшний день в мировом океане существует всего 100 разведывательных буровых платформ. На постройку новой нефтяной платформы необходимо 4 года и 500 миллионов долларов США.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морские стационарные платформы. [Электронный ресурс]:- <http://proofoil.ru/Seaoilproduction/fixedplatform.html>
2. Морские стационарные платформы-презентация. [Электронный ресурс] - <http://ppt-online.org/66864>
3. Морские буровые платформы. [Электронный ресурс] - <http://fishki.net/1473977-morskije-burovye-platformy---chudes-a-inzhenernoj-mysli.html>

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

Теплоизоляция выполняет ряд определенных задач, среди которых снижение потери тепла в зимний период, а также уменьшение скорости нагрева помещения, защита несущих конструкций от возможных негативных и агрессивных воздействий окружающей среды. Утеплители изготавливают на органической или неорганической основах. Органических утеплителей представлено значительно больше, чем утеплителей на неорганической основе. К ним относятся: арболитовый, ППВХ, ДСП, пенополиуретановый, пенополистероловый, полиэтиленовый и другие виды утеплителей. Стоит сразу отметить, что не все виды органической теплоизоляции можно назвать полностью экологически безопасными. Почти любой органический материал требует специальной обработки, предотвращающей появление грызунов и других вредителей, гниение и возгораемость. Чаще всего в качестве обработки используется раствор бора. Но и такой подход не является достаточно безопасным, так как, вымываясь дождями, борные соединения попадают в почву, отравляя ее. В данной статье рассматриваются экологически безопасные виды органических утеплителей, имеющие наиболее низкие показатели вредности и токсичности, как при производстве, так и во время эксплуатации. Для их изготовления используется сырье естественного происхождения: бумажная макулатура, шерсть, преимущественно овечья, древесная стружка, пробка, пакля, солома и другие.

Овечья шерсть. Этот утеплитель производится в основном из возобновляемого сырья - натуральной овечьей шерсти без примесей. Он представляет собой плотные полотна волокна войлока или шерсти. Сырье предварительно очищается мылом или содой. В состав такого утеплителя добавляют средства для защиты от насекомых. Некоторые производители применяют в своей продукции огнезащитные пропитки, но все же большая часть шерстяных утеплителей не имеет таких и является экологически чистой. При отсутствии обработки овечью шерсть сильно спрессовывают, что делает её менее легко воспламеняемой. Шерстяное полотно изготавливают на войлочной подкладке, оно имеет разную плотность и толщину. Основное до-



Рис. 1. Утеплитель из овечьей шерсти

стоинство этого утеплителя - способность впитывать большое количество влаги и при необходимости высвобождать ее.

Таким образом, в помещении, утепленном с помощью овечьей шерсти, поддерживается здоровый микроклимат и комфортная влажность воздуха. А при монтаже утеплителя можно обойтись без пароизоляции. Кроме того, овечья шерсть обладает высокими звукоизоляционными свойствами.

Древесноволокнистые плиты. Основной ДВП служит древесина, измельчённая древесная щепа, которую затем размалывают на волокна. Полученная волокнистая масса смешивается с водой и раскатывается на горизонтальной поверхности. древесные волокна переплетаются между собой, придавая материалу необходимую прочность. После высыхания, материал становится достаточно жёстким, что исключает необходимость применения связующих смол.



Рис. 2. Утеплитель из ДВП

Мягкие древесноволокнистые плиты могут служить одновременно тепло- и звукоизоляцией. Также в некоторых случаях их используют в качестве отделочного материала. ДВП плиты обладают многими свойствами, присущими древесине: низкой теплопроводностью, гигроскопичностью (то есть способностью поглощать и высвобождать влагу, регулируя влажность в помещении естественным образом). При этом они не деформируются и не теряют своих свойств.

Пробка. Пробковый утеплитель считается наиболее экологически безопасным, так как изготавливается из коры средиземноморского пробкового дуба. В России этот вид не очень распространён из-за климатических условий, но, может быть, выращиваем искусственно. Поэтому на отечественных рынках пробковый утеплитель труднее найти, чем ДВП плиты. Но данный материал не является новым. Пробка часто используется в качестве звукоизоляционного материала, одновременно являясь утеплителем.

Снятая с дерева кора измельчается и подвергается температурной обработке, после чего прессуется в формы-блоки и затем разрезается на плиты. Связующим компонентом является пробковая смола или натуральный клей суберин. Пористая структура способствует низкой теплопроводности. Кроме того, пробка не подвержена



Рис. 3. Утеплитель из пробки

тлению и гниению, что делает материал долговременным. Он не горит и обладает гидрофобными свойствами. Он прост, универсален в применении и обладает высокой архитектурной выразительностью.

Лён и хлопок. Всё большую популярность набирают утеплители на растительной основе. Их структура также является волокнистой, что обеспечивает низкую звуко- и теплопроводность. Утепление здания хлопком дает хорошие результаты, особенно с учетом невысокой стоимости этого материала. Для строительных работ хлопок изготавливается в виде волокон и матов.

Подытожив, можно сказать, что экологически безопасные материалы ничуть не уступают по свойствам привычным аналогам, а во многом их превосходят. Обладая достаточно низкой теплопроводностью и звукопроницаемостью, эти материалы способствуют поддержанию комфортного влажностного баланса в помещении. Кроме того, волокнистые материалы на натуральной основе не требуют дополнительной пароизоляции. Таким образом, утеплители из натурального сырья являются эталоном теплоизоляционных изделий в малоэтажном строительстве. Их стоимость превышает стоимость неорганических материалов, что не способствует их универсальности.

Однако в многоэтажном строительстве, в частности городской застройке, применение натуральных материалов нецелесообразно. Это значительно повысит стоимость жилья. Кроме того, производство данных материалов в нашей стране недостаточно развито, что опять же является проблемой для масштабной застройки. Тем не менее, пробковые и шерстяные волокна часто используются в качестве звуко- и теплоизоляционных материалов в квартирах, а ДВП - в качестве отделочных материалов, что доказывает стремление жителей использовать натуральные материалы для обустройства собственного жилища.

Можно смело сказать, что отрасль производства строительных материалов на натуральной основе находится в стадии развития, разнообразие материалов увеличивается, их качество и доступность повышается. Проблема экологии - одна из важнейших проблем современности, поэтому актуальность данной темы со временем будет лишь возрастать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белан В.И.* Современные теплоизоляционные материалы на стройках России.
2. *Баженов Ю.М.* Технология производства строительных материалов.
3. *Сухарев М.Ф.* Производство теплоизоляционных материалов.

ПРОЦЕСС ВОЗВЕДЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время в строительстве широко распространена технология монолитного возведения зданий и сооружений. На данный момент, строительство зданий из монолита является наиболее востребованной технологией, занимающей прочные позиции в строительной индустрии. Объемы строительства зданий с применением монолитного железобетона в развитых странах достигает 60-80 %.

Данная технология имеет ряд преимуществ по сравнению с другими технологиями возведения жилых зданий. Например, такие дома являются достаточно крепкими, исходя из этого срок их эксплуатации составляет порядка 150 лет. Монолитные здания являются более легкими по сравнению с технологическими предшественниками примерно на 15-20%. Также, данная технология позволяет строить здания самой разной формы и конфигурации, не ограничивая полет фантазии архитекторов. Быстрые сроки строительства – еще один значительный плюс монолита.

Одним из важнейших видов несущих монолитных конструкций, являются вертикальные конструкции, которые включают в себя: стены, колонны, опоры, столбы, которые участвуют в восприятии и передаче нагрузок от вышележащих конструкций на фундаменты.

Устройство вертикальных монолитных конструкций включает в себя следующие основные технологические процессы, а именно: армирование, установка опалубки, укладка и уплотнение бетонной смеси, уход за бетоном, распалубливание.

Армирование – процесс соединения арматуры в результате которого получается непрерывный каркас. В современном строительстве существуют такие способы соединения арматуры как: механический, при помощи сварки, внахлест, с использованием вязальных инструментов.

Механический способ соединения является наиболее выгодным и наиболее часто используемым. Одним из способов механического соединения арматуры является опрессовка с использованием обжимных муфт. Плюсом такого соединения арматуры относительно соединения арматуры внахлест является отсутствие значительной потери материала (экономия до 27 %). Если сравнивать механическое соединение арматуры со стыковкой при помощи сварки, то в этом случае выигрывает скорость работы, на которую затрачивается намного меньше времени. Соединение арматуры при помощи сварки тоже не менее востребовано в строительстве. Сварка арматуры протяженными швами исполь-

зается для соединения горизонтальных и вертикальных стержней. Сварка арматуры выполняется различными фланговыми швами. Наиболее распространенную арматуру класса А-III соединять, используя сварку, нельзя. Соединение осуществляется благодаря стандартным крюкам или лапкам. В процессе такого метода стыковки расходуется больше материала. Но, что довольно удобно, не требуется дополнительное оборудование, инструменты и материалы.

При возведении зданий с использованием монолитного бетона не обойтись без применения специальных конструкций, носящих название опалубка. Они предназначены для придания формы будущему бетонному элементу, удержания раствора в момент заливки и вплоть до его застывания. Опалубка подразделяется на типы, которые, в свою очередь, делятся в зависимости от вида бетонируемых конструкций. Тип выбранной опалубки, чаще всего будет зависеть от вида и геометрической формы несущей конструкции.

В современном строительстве всё чаще используются новые технологии возведения монолитных стен с использованием несъемной опалубки. Одной из таких является технология «Изодом». В основу данной технологии легло использование специального пенополистерола в качестве опалубки для возведения несущих стен из монолитного ж/б. Здания, возведенные по этой технологии выделяются хорошей тепло- и звукоизоляцией, а также скоростью возведения, низкой трудоемкостью, прочностью и долговечностью.

Также существует технология «Велокс». Опалубка «Велокс» представляет собой щепоцементные плиты, закрепленные стяжками из проволоки. По сравнению с классическими технологиями, данная технология позволяет увеличить рентабельность проекта до 50%. Основным преимуществом опалубки «Велокс» является ее максимальная унификация. Благодаря этому, здания собираются по принципу конструктора. Еще одним преимуществом является то, что применяются лишь экологически чистые материалы, а также простота и быстрота возведения, использование минимума техники, небольшая стоимость производства работ и расходного материала.

Бетонирование монолитных конструкций – это технологический процесс, который заключается в укладке бетонной смеси в заранее подготовленную форму (опалубку). Бетонную смесь укладывают горизонтальными слоями, так, чтобы она плотно прилегала к опалубке, арматуре и закладываемым деталям сооружения. Последующие слои начинают укладывать только после соответствующего уплотнения предыдущего. В настоящее время, при бетонировании конструкций, все чаще используют химические добавки. Применение добавок является наиболее эффективным способом, повышающим качество бетонов, не требующим

больших капитальных затрат. Грамотное использование комплексных добавок дает возможность получить бетон с необходимыми в тех или иных условиях свойствами. Различают такие добавки как суперпластификаторы, ускорители набора прочности, добавки с противоморозным эффектом, модификаторы бетона, добавки для самоуплотняющихся бетонов, комплексные добавки. Все они позволяют получить ту или иную структуру бетона, которая необходима в определенных условиях производства бетонных работ. В начальный период твердения, бетон необходимо защищать от попадания атмосферных осадков или потерь влаги, а в последующем – поддерживать температурно-влажностный режим с созданием условий, обеспечивающих нарастание его прочности.

Распалубливание - одна из несомненно важных операций. Данную операцию необходимо выполнять аккуратно, дабы обеспечить сохранность используемой опалубочной системы для повторного применения, а также избежать повреждений бетона. Распалубливание начинают после того, как бетон наберет необходимую прочность. Для снятия опалубки применяют кусачки, рычажные ножницы, гаечные ключи, кувалды и комплект ломиков. Не следует задерживать снятие опалубки, так как это снижает ее оборачиваемость.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что монолитные несущие вертикальные конструкции требуют к себе повышенного внимания в процессе их производства. Необходимо тщательно и со всей ответственностью подходить к каждому технологическому процессу, так как несущие конструкции являются самым важным элементом любого сооружения, и нарушение технологии их возведения может повлечь за собой необратимые последствия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьев А.А.* Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона. – М.: Стройиздат, 1991 г.
2. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Липидус А.А.* Технология возведения зданий и сооружений. Учебник для строительных вузов. Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2004. -446с.
3. *Мазов Е.П.* Технология возведения жилых домов из монолитного бетона. ЦНИИПИ монолит, 1999.
4. *Риккинен А.* Современное строительство высотных зданий // Стройпрофиль № 1 (104). 2013.

СПОСОБ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

При эксплуатации зданий и сооружений, возведенных на склонах или вблизи них, появляется опасность нарушения устойчивости и прочности конструкций из-за возможных оползневых подвижек грунта. Возведение зданий и сооружений во многих странах сдерживается из-за отсутствия необходимых строительных технологий. Одним из вариантов, способных решить эту проблему, является устройство оснований зданий и сооружений путем термического укрепления грунтов.

Перспективность термического укрепления обуславливается его технической, экономической и экологической эффективностью. Важным преимуществом этого метода является низкая материалоемкость получаемых конструкций, так как на обработку местного грунта затрачивается сравнительно небольшое количество энергетических ресурсов. До настоящего времени, разработано несколько способов термоукрепления грунтовых оснований. Мы рассмотрим способ «плазменного факела укрепления грунтов»

Эта технология представляет собой дополнительную альтернативу для укрепления слабых грунтовых оснований, на которых должны быть построены: здания, мосты, дороги или другие сооружения. Хорошо известно, что при нагревании грунта повышается прочность и уменьшается сжимаемость. Следовательно, методы термической обработки были использованы в строительстве для стабилизации слабых грунтовых оснований, а также для стабилизации оползневых склонов.

Технология производства работ

Плазма-это газ, который ионизируется в дуговой плазменной горелке и, следовательно, может реагировать на электрические и магнитные поля. Технология плазменной дуги может создать плазму, используя практически любой вид газа (кислород, азот, окись углерода, воздуха и т. д.) и в широком диапазоне давлений (вакуума до 20 атмосфер). Пламя факела плазмы фактически является напряжением дуги, похожее на освещение.

Плазменная дуга имеет широкий спектр температур от 1500°C до более 7000°C. Факел плазменной дуги используются медные электроды для создания переноса дуги. Электроды оснащены водяным охлаждением, и средний срок службы электродов составляет от 200 до 500 часов работы. Блок питания постоянного тока обеспечивает электрические требования факела на уровнях мощности от 100 кВт до 10 МВт.

Плазмотрон опускается на дно малого диаметра, обсадных скважин. Напротив пламени плазмы грунт нагревается и превращается в стабилизированную вертикальную массу. Последовательные или одновременные операции в соседних скважинах, правильно расположенных, могут также стабилизировать весь фундамент.

Примерно при 200°C пластичность грунта начинает уменьшаться, пока она не сводится к нулю при 500°C. При температуре выше 750°C прочность на сдвиг непрерывно возрастает на протяжении всего этого диапазона температур. При температурах выше 900°C грунт начинает сливаться в кирпичный материал. Наконец, при температурах выше 1100°C грунт плавится и впоследствии затвердевает в камень, как материал (похож на обсидиан).

Плазмотроны имеют возможность легко создавать температуры, которые производят эти необратимые изменения в свойствах грунта, таких как снижение чувствительности, сжимаемости, увеличения прочности и жесткости. Эти изменения позволяют достичь разных этапов стабилизации грунта и значительного улучшения инженерных свойств.

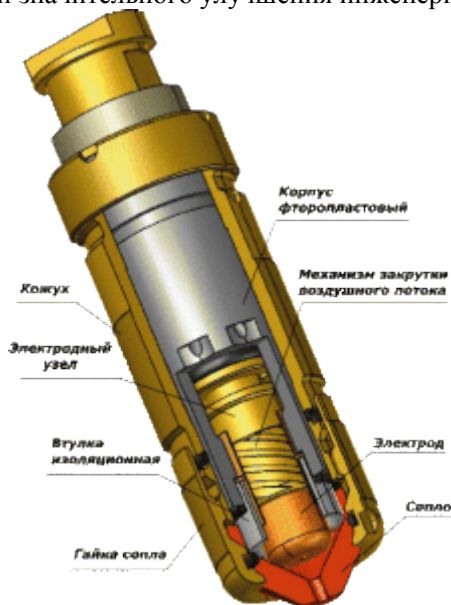


Рис.1 Устройство плазмотрона

Преимущества

Технология плазменной дуги позволяет преодолеть большинство ограничений, методов термоукрепления с использованием ископаемых видов топлива и источников тепла. При значительно более высоких температурах, гибкость, простота и высокая эффективность плазменной горелки делает ее гораздо более привлекательной альтернативой для

стабилизации слабых и неустойчивых грунтов оснований (избыточное поселение, сжижение, избыточное просачивание).

В плазменном факеле в два-три раза теплотворная способность больше чем в факелах на ископаемом топливе. По данным исследования, факел плавит грунты (глины и пылеватые пески) в стеклообразные материалы, практически может превратить их в скалу, прочность которой составляет от 5 до 10 раз больше, чем неармированного бетона. Системы нагрева плазмы могут быть размещены на бортовые грузовики для мобильной конфигурации.

Статус

Хотя технология начала появляться в качестве коммерческого инструмента в ряде отраслей, таких как металлургической промышленности, извлечения драгоценных металлов и утилизации отходов, это технология применяется в области укрепления грунтов. Дальнейшие исследования в США делаются для использования плазмотронов на более высоких уровнях мощности и с разными типами грунтов, и на разных глубинах. Крупные научно-исследовательские программы по изучению основных наук нагрева плазмы, разработки и внедрения моделей и прототипов для различных применений проводятся по всему миру

Барьеры

Многообещающие результаты в лабораторных условиях были достигнуты только с двумя типами грунтов глинистых и пылеватых песков. Трудно прогнозировать стоимость технологии. Кроме того, экономика термоукрепления будет во многом зависеть от нескольких переменных, относящихся к месту расположения, геологических условий и типа системы плазмотрона, используемого для процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сиротюк В.В.* Плазменная технология термического укрепления грунтовых оснований зданий и сооружений.
2. *Ефименко В.Н.* Термоукрепление связных грунтов в дорожном строительстве.
3. *Circeo, L. J., Jr. and Mayne, P. W.*, Plasma Torch Holds Promise for Strengthening, Stabilizing Weak Foundation Soils In-Situ, Georgia Tech Research News, Oct. 1993

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА КРЕПЛЕНИЯ СТЕНЫ В ГРУНТЕ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Освоение подземного пространства в наши дни одно из самых динамично развивающихся направлений в промышленном и гражданском строительстве. Наибольшее распространение оно получило на территориях крупных городов из-за нехватки свободных территорий в условиях плотной городской застройки и необходимости размещения подземных сооружений и частей зданий.

В основном такое строительство ведется открытым способом в котлованах с учетом требований минимального влияния на имеющиеся строения и геологическую среду. Для этой цели используются ограждения котлованов. Широко распространены конструкции, устраиваемые способом «стена в грунте», которые воспринимают давление грунтов, не пропускают подземные воды и воспринимают их давление, минимизируют влияние котлована на сложившуюся застройку. Рассмотрим 3 типа крепления ограждения данного ограждения.

Консольные ограждения (рис. 1.а), устойчивость которых обеспечивается только заделкой в грунт нижнего конца стены, в условиях города применяются при глубинах, не превышающих 5 м. При устройстве более глубоких котлованов применяют различные способы их крепления, позволяющие снизить усилия в ограждении и его деформации.

Преимущественным с точки зрения удобства экскавации грунта и организации работ в котловане является крепление ограждающей конструкции грунтовыми анкерами(рис. 1.б). В городских условиях в большинстве случаев используются буровые анкеры, состоящие из оголовка, тяги в оболочке и рабочей части, защемленной в грунте. Этот тип крепления имеет следующие недостатки: необходимость изысканий вне границ площадки, нецелесообразность применения в слабых грунтах, при устройстве под зданиями – дополнительные деформации их фундаментов, по этой причине в ряде городов РФ запрещено размещать анкеры вне границ участка застройки.

Наиболее распространенным в настоящее время в России способом крепления ограждений котлованов при строительстве открытым способом является устройств овременной распорной системы из металлических элементов, в качестве которых используют стальные трубы или прокатные профили (рис. 1.в).Основной недостаток этой системы – затруднительность устройства нескольких ярусов и большого количества

промежуточных опор, которые к тому же усложняют разработку грунта и работу техники.

При глубинах более 15м также применяют подкосы. А в последние годы широко применяется способ «сверху вниз», при которых распор воспринимается перекрытиями, устраиваемыми до отрывки котлована.

Оценим влияние и спрогнозируем возможные дополнительные деформации оснований зданий, входящих в зону влияния строительства котлована, при различных типах крепления «стены в грунте» в программно-вычислительном комплексе Plaxis. Поставленную задачу будем решать в плоской постановке МКЭ со следующими предпосылками:

- моделирование процесса строительства котлована с учетом его последовательности и порядка нагружения;
- учет характеристик грунтов (песок и суглинок) с использованием модели Мора-Кулона;
- конструкции котлована задаются стержневыми элементами;
- размеры расчетной зоны по значению радиуса зоны влияния по СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».

Расчетная модель включает котлован с ограждением «стена в грунте» глубиной 11м, шириной 16м и заделкой 4м, толщиной 0,6м. Слева и справа находятся здания 10-ти (1) и 12-ти этажное (2) соответственно. Нагрузку от них считаем по 10 кПа на этаж, передающуюся на основание через фундамент приведенной жесткости.

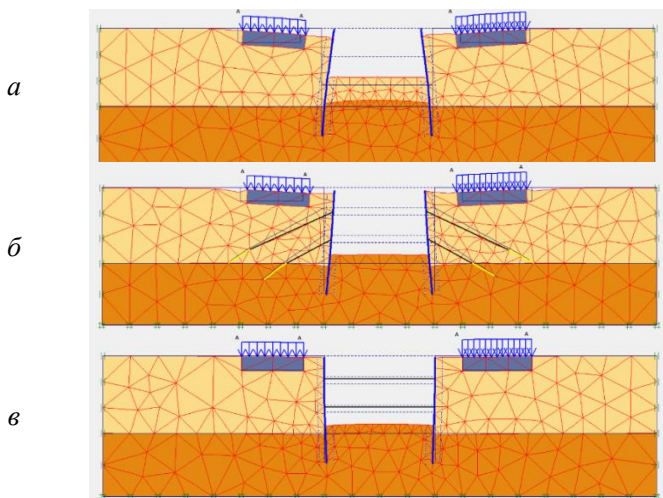


Рис. 1. Деформированные схемы на момент возведения котлована при различных типах крепления.

Результаты численных расчетов

Тип крепления ограждения «стена в грунте»	Расчетная максимальная осадка здания 1 (2), мм	Расчетная относительная разность осадок здания 1 (2)
Консольное	48 (42)	0,00357 (0,00345)
Анкерное	35 (30)	0,00151 (0,00178)
Распорное	9 (10)	0,00017 (0,00024)

В случае консольной заделки ограждения (а) произошло разрушение на 2 стадии откопки, что согласовывается с требованием крепления при глубинах более 5м. При этом имеющиеся здания получили недопустимые осадки (предельно допустимая относительная разность осадок для данной категории зданий по СП – 0,001). Также недопустимые осадки получили здания при креплении ограждения данным шагом анкеров. Наиболее хорошие технико-

экономические показатели имеют распорные крепления, что и обуславливает их повсеместное применение в крупных городах, в том числе и Москве. Однако стоит сказать, что тип ограждения котлована и его крепления подбирается каждый раз индивидуально в зависимости от условий строительства, требует расчета и сравнения различных вариантов.

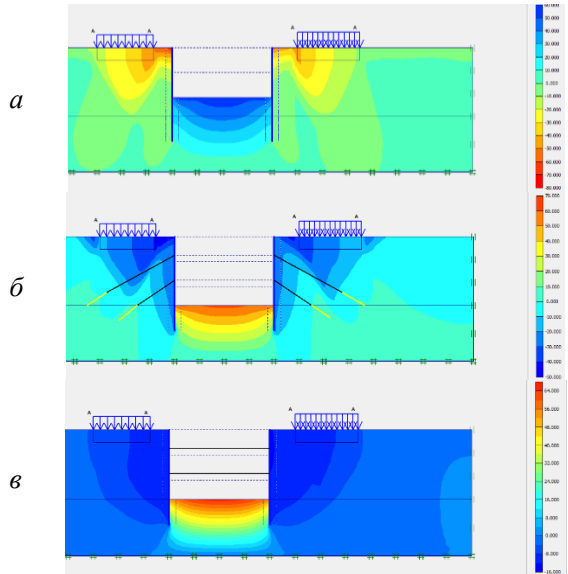


Рис. 2. Изополя вертикальных перемещений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Колыбин И.В.* Подземные сооружения и котлованы в городских условиях – опыт последнего десятилетия. – М.: Российская геотехника – шаг в XXI век, 2007.
2. *Гончаров А.А.* Методы возведения подземной части зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие. МГСУ, 2013.

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДОМОКОМПЛЕКТОВ ИЗ СИП В РОССИИ

СИП технология известна миру уже на протяжении пятидесяти лет и в основном применяется в странах северной Америки и Европы. В России, к сожалению, данная технология начинает только внедряться. Однако выбор этой технологии строительства имеет огромную экономическую значимость в нашей стране. [6]

На данный момент российский рынок конструкционных теплоизоляционных панелей находится в стадии формирования. Первое производство СИП было запущено 10-11 лет назад.

За последние 10 лет было введено около сотни линий по изготовлению панелей, где половина из них была поставлена крупнейшим производителем оборудования – "Экопан" и около 30 линий – производителем "Техкомплект".

На сегодняшний день, по мнению специалистов, спрос на домокомплекты из СИП очень высок. Для его удовлетворения нужно разместить несколько производств в каждом районе или области. Проблема в том, что на данный момент интерес потребителей к СИП не сформирован, и поэтому не все линии производства сейчас загружены.

Один из важнейших этапов строительства дома из СИП панелей - **производство домокомплекта**. Домокомплект – набор деталей и комплектующих, нужных для собирания коробки дома вместе с чертежами. Каждый элемент конструкции имеет свой специальный номер, который указан на сборочном чертеже и на соответствующей детали. В «полный» комплект входят основные материалы: СИП-панели, элементы каркаса, соединительные вставки, балки; и вспомогательные: соединительные крепежи и элементы, монтажная пена, герметики. Комплектация СИП зависит от размеров панелей(124мм, 174мм, 224мм), от их разновидности и т.д. Предусматривается, что все предлагаемые изделия собираются в заводских условиях. [7]

Результат стройки во многом зависит от того, где, кем и как будет сделан СИП домокомплект - изготовлен по чертежам на определенном оборудовании специалистами на заводе или вручную напильниками рабочими на стройплощадке "по месту". Конечно, завод имеет свое специальное оборудование и высококвалифицированных специалистов данной технологии, что позволяет производить домокомплект намного качественнее и быстрее, чем на строительной площадке. [12] Однако нужно учитывать расположение объекта и его отдаленность от производственной

линии. Здесь мы уже имеем дело с логистикой. «Логистика – наука об управлении информационными и материальными потоками в процессе движения товаров». Основной целью логистики является доставка грузов «точно в срок» при минимальных затратах трудовых и материальных ресурсов. [19] На данный момент в нашей стране не во все города и не всегда (в зависимости от погодных условий) можно доставить панели. Производство панелей непосредственно на строительной площадке тоже имеет право на жизнь. Для этого необходимо, чтобы производством панелей занимались не обычные рабочие, а квалифицированные специалисты. Важно, чтобы на определенные процессы изготовления СИП-панелей имелось специальное оборудование.

В процесс изготовления СИП-панелей входят процессы сборки, резки и склеивания. Процедура нанесения клея – это один из самых важных процессов производства панелей. На этапе склеивания панелей по транспортеру-автомату листы поступают к прессу, который придавливает СИП панели с силой около 20-25 тонн для того, чтобы клей распределялся равномерно по всей поверхности. Склеивание листов занимает примерно четверть часа. Пресс может быть мембранно-вакуумный, пневматический или гидравлический. После склеивания часть готовых панелей отправляются на склад. Остальная часть принимает участие в завершающем этапе. В этих СИП должны быть сделаны вырезы для всех проемов. Раскройка выполняется с помощью специальных станков. Также при помощи терморезки в панелях создаются стыковочные пазы.

Выбор оборудования для производства СИП зависит от объема выпускаемой продукции, площади помещения и характеристики используемых материалов. Отличительной особенностью производства считается большое множество типов оборудования. Станки могут работать в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режиме. В зависимости от необходимой мощности цеха подбирается оптимальный комплект. Он должен состоять из следующих элементов: стол для порезки пенополистирола; оборудование для нанесения клея; прессовочный стол, габариты которого соответствуют размерам SIP-панелей. Для полного производства необходимы станки для резки и термоножи: форматно-раскроечный станок СС-1 или ленточнопильный станок Авангард ЛС-50-4; термонож РЭ-100 или терморезка.

Лучшее решение - это выбор готового оборудования, например производственная линия «Авангард-ЛСП» или производственная линия прессом УИП-6М-3.

Линия по изготовлению SIP – панелей «АВАНГАРД - ЛСП» предназначена для производства сэндвич-панелей на основе OSB и пенополи-

стирола. Линия изготавливается в соответствии с требованиями ГОСТ 25223 в климатическом исполнении УХЛ4 по ГОСТ 15150.

Оборудование для создания СИП панелей УИП-6М-3 — это полуавтоматическая линия для склеивания трехслойных конструкционных теплоизоляционных панелей в промышленных условиях конвейерным способом. Эффективность этой линии составляет более 80 панелей в рабочую смену.

Такие линии позволяют без внесения каких-либо корректировок в режим работы оборудования производить соединение панелей с такими материалами, как фибролит, стекломгнезый лист, цементно-стружечная плита, полиуретан, базальтовая каменная вата, экструдированный пенополистирол.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кужин М.Ф.* Влияние природно-климатических условий на строительное производство. Научное обозрение. 2015. № 17. С. 337-340.
2. *Латидус А.А., Говоруха П.А.* Организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий. Вестник МГСУ. 2015. № 4. С. 143-149.
3. *Латидус А.А., Жунин А.А.* Моделирование и оптимизация организационно-технологических решений при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций в гражданском строительстве. Вестник МГСУ. 2016. № 5. С. 59-71
4. *Мачульский П.М., Зекин В.Н.* Универсальная технология возведения малоэтажных зданий различного назначения. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура 2011 №1. С. 51-53.
5. *Синенко С.А.* Методы совершенствования организационно-технологической подготовки строительного производства. Владивосток, 1986.
6. *Шошинов В.В., Синенко С.А., Сапожников В.Н., Нежникова Е.В., Сапожников В.В.* Основы логистики. Учебно-методическое пособие / Москва, 2002.

УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ В РОССИИ

В высотном строительстве инженеры и архитекторы вынуждены применять, адаптировать или создавать под свои задачи разнообразные уникальные технологии. В России существуют уникальные здания и сооружения, которые выводят строительство на новый технологический уровень. Их строительные площадки – полигоны для применения сложнейших разработок. Эксперты считают, что технологические и инженерные новшества, разработанные специалистами для реализации данных проектов, в дальнейшем будут активно использоваться в строительстве аналогичных сложных конструкций. Подобные проекты стимулируют развитие строительной индустрии, задают ей новый уровень. Строительство высотных зданий начинается глубоко под землей. Высотные и тяжелые здания требуют особенно тщательного подхода к проектированию оснований, исследованию грунтов и выбору конструкций свай и фундаментов. Одной из сложных задач для инженеров является подбор оптимального числа свай и их параметров, которые должны учитывать особенности конструкции всего здания. Перед началом строительства предложенные технологии многократно проверяются испытаниями, максимально приближенным к условиям строительства конкретного здания, особенно уникальные решения. Из современных небоскребов Москвы можно выделить строящийся международный деловой центр «Москва-Сити». В этой серии объектов будет сочетаться как бизнес, так и проживание. Под строительство небоскреба было выделено 100 га. По замыслу авторов проекта самым высоким небоскребом этой серии должна стать 118-этажная «Башня «Россия», высота которой должна достигать 612 метров.

Здесь применяется технология непрерывного бетонирования. Оптимальными материалами для подземного строительства в условиях плотной городской застройки считаются бетон и железобетон, но у них есть существенные недостатки - многочисленные технологические стыки, дороговизна гидроизоляции и сложность устранения возможных протечек. «При традиционном методе конструкция разбивается на отдельные блоки, бетонированные отдельно, с перерывами и образованием технологических швов. В случае с технологией непрерывного бетонирования массивные фундаментные плиты возводятся без разбивки на отдельные блоки. Это позволяет обеспечить устойчивость к трещинам и водонепроницаемость массивных фундаментов», - поясняет управляющий партнер архитектурной студии Civil Architects

Данил Куров. Непрерывное бетонирование фундамента башни «Москва» в «Москва-Сити» заняло около 36 часов – это гораздо меньше, чем при использовании классического метода, подчеркивает эксперт. Архитектор компании Renaissance Construction, которая занимается строительством «Москва-Сити», Андрей Волокитин затрудняется выделить какой-то отдельный объект. По его словам, технологии, которые используются при строительстве небоскребов комплекса, являются проверенными, но для российского рынка по-прежнему уникальными.



«Москва-Сити»

Например, эксперты отмечают безударное бурение бетона – оно позволяет проводить работы относительно бесшумно. Также немало важно в городской среде, что для охлаждения алмазного сегмента применяется техническая вода – это полностью предотвращает появление пыли. В целом же, строительство небоскребов в России, в тех же объемах как за границей, пока не практикуется. И тут существует ряд причин. Самая главная заключается в том, что земли у нас достаточно, а значит воздвигать небоскребы просто нецелесообразно, т.к. строительство небоскреба в Москве обойдется дороже, чем вариант с постройкой еще одного небольшого здания. Необходимо также принять во внимание российский климат. Для того, чтобы отапливать подобное здание, которое на приличной высоте будет обдуваться всеми ветрами, потребуется дополнительная энергия. Есть и еще ряд причин: менталитет, технологии, качество работ, уровень подготовки и прочее. Поэтому существует мнение, что возводимые сейчас в России небоскребы – это просто не имеющая смысла «дань моде».

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛОЧНЫХ И ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Студенты 3 курса 33 группы ИСА Бамматов А.А., Миклин Н.Н.
Научный руководитель - канд.техн. наук, доц. М.Г. Бруяко*

СПОСОБЫ ОБОГАЩЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ТБО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

В наши дни в мире особо остро стоит проблема увеличения объёма свалок твердых бытовых отходов (ТБО), которые пагубно влияют на окружающую среду. Ученые разработали множество способов использования различных составляющих ТБО в качестве вторичного сырья. Наиболее значимым для строительной сферы событием является разработка технологии производства строительных материалов на основе целлюлозосодержащих отходов, важнейшим условием которой является предварительная сепарация.

Сепарация необходима для разделения твердых составляющих ТБО от легких. Для производства строительных материалов необходимы легкие составляющие, а именно макулатура.

Процесс сепарации твердых бытовых отходов можно разделить на две стадии. Задачей первой является разделение ТБО на легкую и тяжелую фракции, а задачей второй является разделение легкой фракции на макулатуру и полимерную пленку.

Большую часть тяжелой фракции составляют черные и цветные металлы. Для извлечения лома черных металлов используют магнитную сепарацию, цветных – электродинамическую. Заключительным этапом первой стадии является аэросепарация, в процессе которой легкие фракции: макулатура и полимерная пленка отделяются и поступают дальше для последующей сепарации.

Существуют различные способы разделения макулатуры от пленки, которые можно условно разбить на 2 группы:

1. Процессы сепарации без изменения структурного состояния:
 - механическая сепарация;
 - аэросепарация увлажненного материала;
 - электросепарация.
2. Процессы сепарации, основанные на изменении структурного состояния:
 - предварительное разволокнение макулатуры в водной среде с последующей сортировкой по крупности;
 - термомодеформирование полимерная пленки.

Механическая сепарация. Установка для такого метода разделения представляет собой систему из двух ленточных конвейеров, расположенных под углом друг к другу так, что один находится немного выше другого. По нижнему конвейеру движется масса предварительно отсепарированного материала, состоящего из макулатуры и полимерной пленки. На верхнем установлены крючки, которые зацепляют пленку и удаляют её из массы материала. Для получения оптимального результата механическая сепарация используется совместно с термическим воздействием и электростатическим обогащением.

Аэросепарация. Данный процесс основан на разнице в плотности и скорости витания компонентов. Однако, эти характеристики у макулатуры и пленки близки друг к другу, что существенно снижает эффективность процесса обогащения. Для усиления эффекта необходимо увеличить разницу характеристик. Наиболее простым способом является предварительное смачивание макулатуры.

После предварительной аэросепарации, необходимой для разделения твердых бытовых отходов на тяжелые и легкие компоненты, легкая фракция подается по ленточному конвейеру в специальную установку, которая увлажняет бумажные составляющие до значения влажности 80%. После чего материал подается в следующий циклон, в котором более лёгкая полимерная пленка отделяется от более тяжелой мокрой бумаги.

Электросепарация. Этот способ основан за законе Кулона, который гласит, что разноименные электрические заряды притягиваются друг к другу. Суть его в том, что смесь бумаги и пленки по ленточному конвейеру подается во вращающийся барабан, внутри которого создается электростатическое поле. Полимерная пленка способна накапливать на своей поверхности электрический заряд в отличие от макулатуры. Заряженная пленка притягивается к стенкам барабана, которая в верхней точке снимается щетками и падает на ленту конвейера с бортами. Очищенная от пленки бумага удаляется из противоположного конца барабана.

Грохочение и баллистические методы сепарации. Применение данных методов разделения бумаги и пленки требует предварительного изменения структурного состояния одного из компонентов. Структурное состояние макулатуры изменяется путем разволокнения её в водной среде, а изменение состояния пленки происходит путем её термомоформирования.

Существует множество технологий основанных на этом методе. Например, в 80-х годах в Европе разработали технологию, суть которой заключается в том, что разволокненная в воде бумага и полимерная пленка, проходя через систему фильтров, очищается от остальных со-

ставляющих ТБО и поступает на вибрационный грохот. В процессе грохочения более мелкие частицы макулатуры проходят через сито и в последствии сушатся, после чего готовы к дальнейшему применению её в процессе производства строительных материалов.

Похожей методикой пользуются японцы. Их технология отличается тем, что предварительно отсортированная смесь макулатуры и пленки загружается в лопастную мешалку, заполненную водой, где в процессе перемешивания при больших оборотах, порядка 1060 об/мин, бумага превращается в волокнистую массу. Далее смесь так же проходит через грохот.

Другая японская фирма запатентовала в 80-х годах технологию, основанную на термомодеформировании полимерной пленки. Суть технологии в том, что легкая фракция ТБО подается на ленточный конвейер, поверхность которого нагревается до температуры достаточной для перевода полимеров в размягченное состояние, но недостаточной для воспламенения бумаги. Далее, в результате охлаждения, полимеры теряют свои адгезионные свойства и легко отделяются от бумаги баллистическим методом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шубов Л.Я., Доронкина И.Г., Борисова О.Н.* Извлечение полимерных материалов из твердых бытовых отходов и их утилизация. Сервис в России и за рубежом. В.№ 2 (58) / том 9 / 2015.
2. *Шубов, Л.Я., Борисова, О.Н., Доронкина, И.Г.* Технологии обращения с отходами: преимущества и недостатки, мифы и реалии // Твердые бытовые отходы. – 2011. – №10. – С. 10–15.
3. *Шубов, Л.Я., Ставровский, М.Е., Олейник, А.В.* Технология твердых бытовых отходов: учебник. – М.: АЛЬФА-М: ИНФРА-М, 2011. – 396 с.
4. *Внукова Н.В., Беспалова М.В.* Твердые бытовые отходы: объективная реальность, проблемы накопления и переработка// Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. В. №43/2008.

ЛЕГКИЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛ СШИТОГО СОПОЛИМЕРА АКРИЛАМИДА И АКРИЛАТА КАЛИЯ

Разработанная технология самоуплотняющихся масс на кафедре ТОИМ НИУ «МГСУ» под руководством профессора В.Н. Сокова позволяет получать легкий теплоизоляционный бетон на основе пенополистирольных гранул.

Данная технология включает в себя несколько технологических приемов, одним из которых является электропрогрев. Этот прием осуществляется в замкнутых формах из текстолита (рис. 1) и позволяет равномерно прогревать изделие по всему его сечению до нужной температуры. В процессе теплового воздействия на цементнопенополистирольные массы в замкнутом объеме возникает избыточное давление, благодаря которому свободная вода удаляется из форм через перфорации [1].

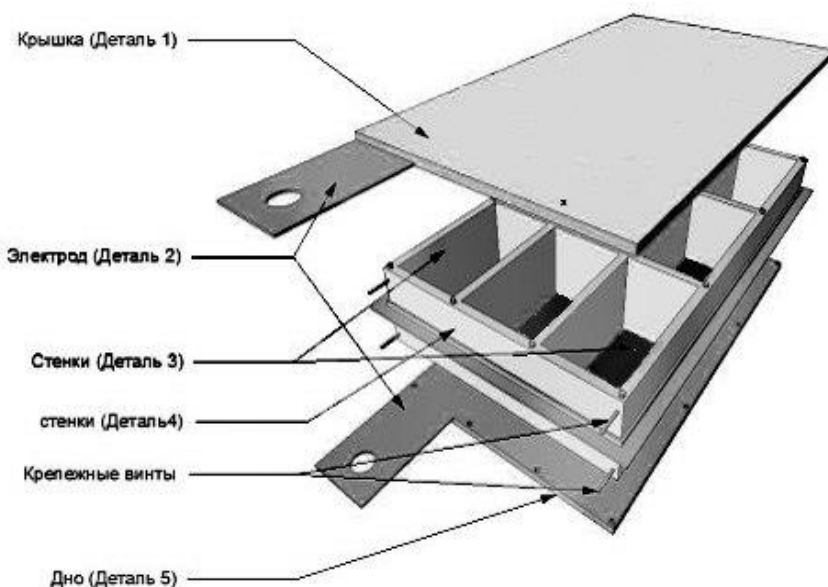


Рис. 1 Перфорированная форма из текстолита

Однако, при приготовлении изделий на пенополистироле методом самоуплотняющихся масс необходимы энергоемкие операции, усложняющие технологию. Это предварительное подвспенивание пенополистирола и обязательный прогрев формовочных масс (горячий воздух, пар, электропрогрев и т. д.) до температур не ниже 80 °С. При этом тепловая обработка сырца должна осуществляться в закрытых перфорированных формах.

Было выдвинуто предположение о возможности получения теплоизоляционных материалов методом самоуплотнения без воздействия на них тепловой энергии. В процессе формования в гидравлически закрытых формах механически связанная влага будет поглощаться добавкой с увеличением ее в объеме и созданием в форме избыточного давления. Известно, что на структурные и теплоизоляционные характеристики изделий влияют геометрическая форма зерен расширяющейся добавки и их удельная поверхность. Первый фактор определяет расход минерального компонента, необходимый для создания прочного каркаса, второй – среднюю плотность системы. Таким условиям может удовлетворять добавка правильной сферической формы с минимальной поверхностью (шероховатостью), например, гранулы сшитого сополимера акриламида и акрилата калия.

Активные гранулы полиакриламида (ПАА) при контакте с водой набухают в течении 8-12 часов. Водопоглощение полимерного заполнителя через 45-60 мин. составляет 80%, а через 10 часов 90-95% (рис. 2).

На способность предлагаемой добавки к созданию объемного давления в гидравлически закрытом объеме оказывают влияние ее структурно-химические свойства и условия, необходимые для активации. Поперечно-сшитые сополимеры на основе акриламида и акрилата калия, являются нерастворимыми в воде по причине того, что каждая молекула такого соединения является макромолекулой. Но при взаимодействии гранул ПАА с водой, ее молекулы начинают проникать в полости между цепями полимера. Иными словами, происходит процесс набухания [2].



Рис. 2. Гранулы ПАА в водонасыщенном и исходном состоянии

Основная задача формования – максимально возможное связывание воды с одновременным уплотнением минерального компонента в результате совместного действия набухания и механических напряжений.

Поток влаги за счет избыточного давления, развиваемого внутри гидравлически закрытого объема, будет направлен в толщу сырца и станет поглощаться зернами минерального компонента (их пористость составляет 40%).

С поглощением влаги из масс растет концентрация минерального компонента в мембране и, следовательно, ее прочность, что, в свою очередь, приводит к росту эксплуатационных свойств изделий.

При изготовлении опытных образцов легкого бетона литьевым методом нами использовались следующие материалы: портландцемент М500, кварцевый песок и гранулированный ПАА торговой марки «Агрикола», имеющий следующие свойства: диаметр зерен 1,8-2 мм; насыпная плотность 500-600 кг/м³; истинная плотность 1460 кг/м³.

Смесь заливалась в замкнутый объем и накрывалась крышкой. Содержащаяся в массе активная добавка набухала и под ее влиянием, система, находящаяся в замкнутом (гидравлически закрытом) объеме, самоуплотнялась с образованием прочной структуры сырца.

С технологической точки зрения использование полиакриламидного заполнителя взамен полистирольного имеет несколько значимых преимуществ. Во-первых, гранулированный ПАА не требует дополнительной обработки, как это предусмотрено в технологии легких бетонов с применением полистирола (подвспенивание исходного бисерного полистирола). Во-вторых, введение зерен сшитого сополимера позволяет использовать формы без перфорации, что полностью устраняет вынос с водой отжатия частиц минеральных компонентов. В-третьих, исключается необходимость прогрева формовочных масс.

Для дальнейшего изучения полиакриламидных гранул в качестве заполнителя легких бетонов нами будет отформована серия образцов пластическим методом. Данный вид полимера представляет особый интерес для изучения, а разновидности ПАА дают возможности для их применения в строительной сфере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соков В.Н., Бегляров А.Э., Эффективные монолитно-слоистые изделия объемного прессования: монография. – Москва: НИУ МГСУ, 2015. – С. 23, 39.
2. Кнорре Д. Г., Крылова Л. Ф., Музыкантов В.С., Физическая химия: Учеб. для биол. ф-тов университетов и пед. вузов. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – С. 145.

ТЕХНОЛОГИЯ ДАМ ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЫ ТЭЦ

Декоративно-акустические материалы (ДАМ) ячеистой структуры представляют большой интерес для строительной индустрии за счет возможности использования различных вяжущих веществ, применения большого числа технологических решений, относительной простоты технологии и разнообразия фактурных решений. На протяжении долгого времени ДАМ с ячеистой структурой применяли в основном в качестве лицевых элементов, подвесных потолков, для теплоизоляционных целей. Однако, с относительно недавних пор, благодаря своим положительным свойствам, ДАМ стали применять в качестве отделочных звукопоглощающих материалов.

Материалы с ячеистой структурой могут быть получены за счет газообразования в процессе формования, вспенивания формовочной массы, растворения или выжигания специально введенных добавок и другими способами. При этом весь комплекс технологических операций при получении ячеистых материалов состоит из приготовления формовочной массы с введением газо- или пенообразующих добавок, выгорающих или растворимых компонентов, последующего формования и тепловой обработки [1].

Исходными компонентами при получении ДАМ на основе пеногипсовых систем является гипсовое вяжущее (марка не ниже Г-5), пенообразователь (синтетическое ПАВ), полимерные (дисперсия ПВА) и волокнистые (рубленое стекловолокно) добавки.

Использование гипсового вяжущего при получении ДАМ ячеистой структуры в качестве основного компонента связано с доступностью сырья, простотой получения при более низких затратах энергии, технологичностью в переработке, гигиеничностью и декоративностью.

Гипсовые вяжущие – это продукты, получаемые тепловой обработкой гипсового камня. Гипсовый камень состоит из $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Применение полимерных добавок при получении пеногипсовых материалов носит комплексный характер. На полимерные добавки возложены функции стабилизатора пены при вспенивании, упрочнителя при минерализации, регулятора сроков схватывания и твердения, адгезива при использовании заполнителей, повышения прочности и водостойкости в готовых изделиях.

Одним из эффективных способов улучшения прочностных и эксплуатационных свойств в технологии строительных материалов является

ся дисперсное армирование формовочных масс. Для этих целей применяются относительно короткие волокна различного происхождения.

Таблица 1

Состав пеномассы и расход исходных компонентов

Наименование исходных компонентов	Содержание в весовых частях	Расход средний, кг	
		на 1 м ²	на 1 м ³
Гипсовое вяжущее	100	8	400
Вода но В/Г	40-70	4,8	240
Синтетическое ПАВ	0,1-0,2	0,016	0,8
Дисперсия ПВА	1,0-5,0	0,3	15
Волокно	0,5-1,0	0,04	2,0

Известно также, что одним из наиболее значимых недостатков можно считать низкую водостойкость гипсовых изделий. Действенным способом повышения у этих изделий коэффициента размягчения является добавление в гипсовое вяжущее портландцемента и активных минеральных добавок. Подобными добавками могут быть также отходы промышленных производств [2]. В данной работе в качестве активной добавки рассматривалось применение золы ТЭЦ. Зола ТЭЦ – это продукт сжигания топлива на тепловой электростанции и имеет состав, указанный в табл. 2.

Таблица 2

Состав золы ТЭЦ

Содержание главных компонентов, %				
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Mn ₃ O ₄
3,04-63,74	0,41-38,22	1,01-63,01	0,28-2,77	0,02-1,92
CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
0,73-23,94	0,72-4,22	0,39-3,60	0,11-2,96	1,03-22,98

Применение золы в качестве активных минеральных добавок позволяет повысить водостойкость изделий на их основе. В рассматриваемом исследовании удалось повысить коэффициент размягчения с 0,35...0,38 до 0,46...0,51. При производстве также появляется возможность снизить стоимость изделий за счет сокращения содержания в изделиях гипсового вяжущего.

Подготовка исходных компонентов заключается в приготовлении раствора ПАВ требуемой концентрации и рубки на волокна стекложгута длиной 0,5-1,0 см. Приготовление раствора ПАВ включает в себя введение дисперсии ПВА и возможно частичное введение рубленного волокна. Вместе с гипсовым вяжущим в массу вводят основную часть волокна. Результатом предварительной подготовки компонентов является то, что все материалы в итоге

оказываются или в гидромассе (ПАВ, волокно, ПВА) или в гипсовом вяжущем (волокно).

Вспенивание раствора ПАВ позволяет обеспечить получение пены с ячейками необходимого размера, а также равномерно распределить по объему пены волокно. Вспенивание раствора и объемное армирование пены осуществляется в вертикальном лопастном смесителе. При введении всего волокна с гипсовым вяжущим для получения пены возможно применение струйного пеногенератора.

Минерализация пены является процессом получения формовочной массы, который включает в себя равномерное распределение по объему пены гипсового вяжущего и структурирование массы за счет регулирования длительности и интенсивности перемешивания. Минерализация осуществляется в лопастных или пальчиковых смесителях с $n = 500-800$ об/мин. Пластично-вязкие свойства массы регулируются за счет изменения соотношения пены и гипсового вяжущего.

Формование изделий из пеногипсовых масс представляет из себя процесс равномерного распределения по плоскости конвейера массы, а также ее уплотнения и калибровки. Формование осуществляется с применением низкочастотной вибрации. За счет тиксотропных свойств массы при вибрации снижается предельное напряжение сдвига и вязкость, а также происходит удаление крупных воздушных пузырей и растекание.

Тепловая обработка пеногипсовых заготовок связана с их сушкой до равновесного состояния. Сушка осуществляется теплоносителем с температурой 60-70°C, в течение 4,5-5 ч. Равномерность подогрева заготовок лучше достигается при продуве теплоносителя через заготовку. Для сушки пеногипсовых материалов возможно применение щелевых, туннельных, многоярусных сушильных камер.

Отделочные операции обеспечивают товарный вид изделий. Отделочные операции включают шлифовку, обрезку, калибровку, покраску. При выполнении отделочных операций осуществляется офактуривание лицевой поверхности (перфорация, тиснение, механическая обработка).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Румянцев Б.М.* Технология декоративно-акустических материалов: учебное пособие. 2010. С. 122.
2. *Погорелов С.А.* Ячеистые бетоны на основе отходов витаминного производства: Автореф. дисс...канд. техн. наук. –М., 1998.

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЕСЯ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ И БЕТОНЫ

Бетон представляет собой прочный и долговечный материал. Когда заходит разговор о прочности, он уверенно удерживает свои позиции, но и имеет ряд недостатков. Главные из них: большие затраты ресурсов и энергии на производство и чувствительность к повреждениям.

Часто бывает, что конструкции из бетона имеют огромные размеры, эксплуатируются в течение долгого времени или находятся в труднодоступных для ремонта местах. Бельгийские и голландские инженеры разработали механизмы, которые помогли бы бетону восстанавливать структуру самостоятельно, продлевая тем самым срок своей службы.

Инженерами и учеными были разработаны две технологии самовосстанавливающегося бетона:

- самовосстанавливающийся бетон с добавлением полимеров;
- самовосстанавливающийся бетон с добавлением бактерий.

Инженерами Гентского университета в Бельгии был изобретен метод, где в состав бетонной смеси добавлялся полимер-абсорбент. После того, как бетонная смесь высохнет и на ней появится трещина в нее попадает вода. Полимер-абсорбент впитывает воду и набухает, в результате трещина блокируется, исключая дальнейшее попадание воды.

Если мелкая трещина будет сразу восстанавливаться, то не будет риска, что трещины будут разрастаться. Таким образом, конструкция из такого материала будет значительно надежнее, чем раньше. Проблема будет решаться в зародыше, что не позволит развиваться большим дефектам в структуре бетона.

Ученые полагают, что упругие полимеры могут защитить несущие конструкции при динамических и механических нагрузках на них. Так, при появлении мелких трещин в конструкции мостов и тоннелей возможно возникновение опасных повреждений.

Не нужно возвращать бетону былую прочность - главное вернуть ему герметичность и непроницаемость, тогда прочность материала будет обеспечена.

Вторая технология – с добавлением бактерий рода *Bacillus*, была разработана голландским микробиологом Эриком Йонкерсом из Делфтского технического университета.

В экспериментальный образец, выполненный из бетона, были добавлены вырабатывающие известняк бактерии, которые активизируются при контакте с водой. Эти микроорганизмы могут десятилетиями выжи-

вать без пищи, существуя в щелочной среде. В качестве питания для бактерий выбрали лактат кальция, а сами бактерии вместе с их «едой» заключили в оболочку из биоразлагаемого пластика.

Попадая в щели, вода растворяет оболочку, и бактерии начинают прорастать и множиться, активно вырабатывая кальцит. Поскольку это происходит в местах образования трещин, известняк, вырабатываемый бактериями, заполняет места расщелин, предотвращая дальнейшее разрушение бетона.



Рис.1 Капсулы с бактериями на срезе образца.

Испытания проводили в течении четырех лет на спасательной прибрежной станции, где испытуемый образец подвергался сильному воздействию ветра и воды. На данный момент идёт завершающий этап подготовки выхода продукции на рынок. Авторы готовятся выпустить ряд материалов на основе бактерий рода *Bacillus*: непосредственно самовосстанавливающийся бетон и известковый раствор.

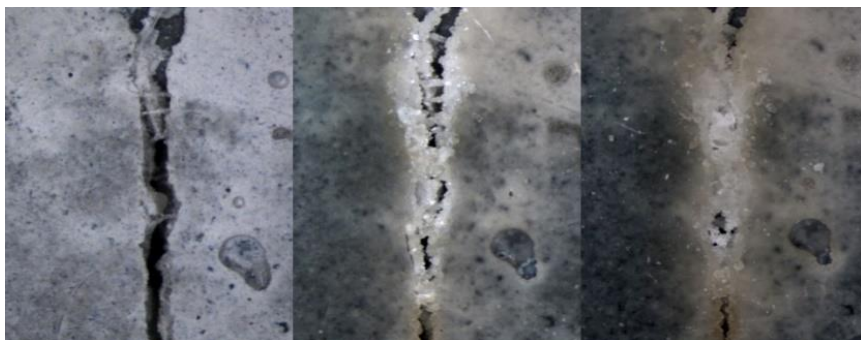


Рис.2 Процесс заполнения трещин.

Плюсы самовосстанавливающегося бетона:

- практичность;
- экологичность;
- долговечность;
- устойчивость к воздействию окружающей среды;
- перспективность в использовании.

Одним из основных преимуществ самовосстанавливающихся бетонов является экономическая составляющая. Применение самовосстанавливающихся бетонов позволит сократить бюджет на ремонтные работы зданий, сооружений, дорожного полотна и повысить срок службы конструкций. Данный вид бетона позволит снизить уровень выброса углекислого газа при производстве.

На сегодняшний день самовосстанавливающийся бетон - решение, которое может помочь с таким проблемным явлением, как “бетонный рак”, возникающий при попадании большого количества влаги в пористую структуру.

В скором времени описанные технологии усовершенствуются и будут доступны как для большинства строительных сфер, так и для личного пользования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ю.М. Баженов* технология бетона. Учебник . Издательство: АСВ, 2002 - 500 с.
2. *А.В. Волженский* «Минеральные вяжущие вещества. Издательство: "КноРус" (2016) 480 с.

*Студенты 3 курса 32 группы ИСА Иванова М.В., Нефедов Г.С.
Научный руководитель – асс. Н. А. Гальцева*

ПОЛУЧЕНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одной из важнейших экологических и экономических задач в строительном деле является использование отходов промышленности. Поэтому целесообразно использовать их для вторичного производства. Следовательно, поднимается вопрос о методах превращения отходов в полноценное сырье для создания новых строительных материалов.

На отечественных металлургических предприятиях, чтобы произвести 1 тонну стали в технологическом процессе используется до 10 тонн

природных ресурсов, что приводит к образованию твердых отходов, которые в свою очередь превышают 2,5 раз производимой единицы продукции, чем на аналогичных предприятиях в развитых странах. В отвалах и хранилищах на территории России накоплено около 80 млрд. тонн твердых отходов. Вследствие чего население городов, где развита металлургическая промышленность, проживает в зонах, в которых концентрация вредных веществ высокого класса опасности превышает предельно допустимой концентрации в несколько раз. В наше время наиболее популярными для создания вторичного сырья являются отходы металлургической промышленности, в частности – шлаки. Шлаки состоят на 50% из оксида кальция CaO; оксид кремния SiO₂, марганец MnO и железо Fe₂O₃ занимают около 10-20%; оксид алюминия Al₂O₃ и магний MgO от 4 до 9 %. Как видим, состав шлаков практически идентичен составу портландцементного клинкера (таблица 1) за вычетом высокого содержания железа в них.

Таблица 1

Химический состав конвертерных шлаков и портландцементных клинкеров (масс. %)

Наименование	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Mn ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃
Портландцементный клинкер	57-68	17-27	3-7	1-5	0-3	2-5	0,1-2,5
					MnO	Fe + FeO + Fe ₂ O ₃	
Конвертерный шлак	40-55	7-18	2-6	6-10	13-14	13-28	-

Следовательно, основополагающей задачей является удаление избытка железа из первичного шлака. Наличие железа в конвертерных шлаках проблематично сказывается на их переработке и дальнейшем использовании, хоть и имеет ряд преимуществ, таких как: снижение температуры спекания, быстрый набор прочности, стойкость к действию сульфатных вод и других факторов.

Для получения конвертерного шлака используется метод магнитной сепарации. Согласно этому методу минеральные зерна, которые обладают высокой магнитной восприимчивостью, притягиваются к полюсам магнитной системы и перемещаются в приемные устройства для магнитных продуктов, а немагнитные или слабомагнитные зерна потоком выносятся в приемные устройства для немагнитных продуктов.

Однако, в шлаках присутствует железо, как в сильно магнитной, так и в слабомагнитной формах. Соответственно ставиться задача увеличения магнитных свойств всех зерен. Для достижения этой цели известно

два способа. Первый – магнетизирующий обжиг в окислительной или восстановительной среде, чтобы получить магнетит. Выбор среды зависит от свойств зерна. При обжиге температура достигает 1000°С. При этом почти 90% слабомагнитных зерен переходят в сильномагнитную форму. Чтобы добиться эффективного исхода по этому способу необходимо тонко измельчить зерна до размера фракции 100 мкм. Иначе, метод магнитной сепарации использовать нецелесообразно.

Второй способ – обработка импульсными электрическими и магнитными полями. Так, взаимодействуя низкотемпературной плазмой на конвертерные шлаки, происходит практически моментальное изменение химического состава, в частности, появление магнетита. А также самостоятельное дробление за счет неравномерного линейного расширения внутренних и внешних слоев частицы. Это способ является менее энергозатратным нежели применение магнетизирующего обжига и отдельного дробления.

Получая шлаки с практически полным отсутствием в них железа, их применяют в строительстве, например, при подземной разработке полезных ископаемых, при производстве цемента и бетона в качестве добавки в шихту, в сельском хозяйстве, как культивирующая добавка и в других сферах промышленности. Но свое более эффективное применение конвертерные шлаки нашли в дорожном строительстве, так как они обладают значительной износостойкой поверхностью и противоскользящим действием аналогично базальтовым покрытиям. Основной особенностью асфальтобетонных покрытий, произведенных с применением переработанных шлаков, является отсутствие деформации сдвига даже при интенсивном движении тяжелого автотранспорта.

Также вторично может быть использован извлеченный металл, например, в сталеплавильном производстве вместо амортизирующего лома, в доменных печах в качестве доменного присада.

Переработка конвертерных шлаков помогает рационально использовать отходы промышленности и предупреждать образование новых отходов, что благоприятно скажется на экономике и экологии в мировом масштабе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волженский А.В.* Минеральные вяжущие вещества // Глава 13.
2. *Панфилов М.И., Школьник Я.Ш.* Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / М.: Металлургия, 1987. - 160 с.
3. *Романов П. С., Романова И. П.* Возможности использования плазменных технологий для переработки конвертерных шлаков // Энергия. 2016. № 3. С. 95-100.

ПОЛУЧЕНИЕ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ СВЧ ТЕХНОЛОГИЙ

Исследуя процесс сушки ячеистого бетона, была установлена целесообразность привлечения СВЧ-излучения при удалении воды из внутренних слоев ячеистого бетона. Принцип работы СВЧ заключается в превращении электромагнитной энергии в тепловую за счет воздействия на молекулы воды сверхвысокочастотного излучения. Если при тепловой обработке происходило нагревание верхних слоев материала с последующей передачей тепла от более нагретых слоев к менее нагретым, то при обработке СВЧ-излучением происходит нагрев по всему объему ячеистого бетона (рис. 1).

Малый градиент температур является, безусловно, основным достоинством при использовании СВЧ-излучения, однако, это не единственное достоинство. Также стоит упомянуть о малых энерго-затратах при применении СВЧ-технологий по сравнению с тепловой обработкой материалов, которая, как мы знаем, занимает свыше 70% энергозатрат в производстве стоечных материалов. Наряду с малыми энергозатратами стоит отметить быстроту сушки. Однако, несмотря на видимые положительные стороны применения СВЧ-технологий есть некоторые аспекты, о которых необходимо упомянуть, а именно: недопустимость применения СВЧ-технологии на раннем сроке твердения ячеистого бетона и при большом количестве воды в его объеме. В ранние сроки твердения, исходя из теории Бойкова, происхо-

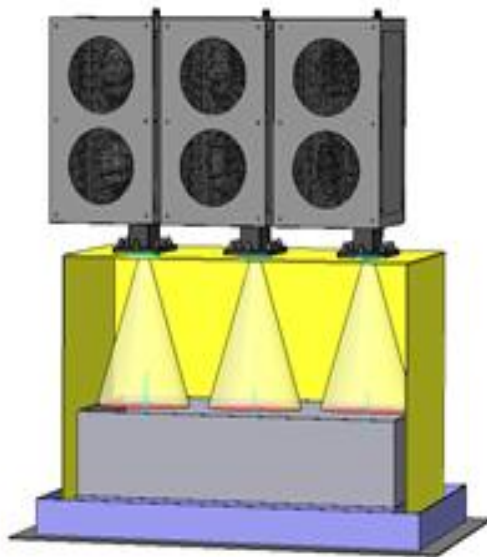


Рис. 7. Воздействие СВЧ-излучения на бетонную форму

дующее происходит в результате диффузии воды из внутренних слоев к поверхности. В ранние сроки твердения, исходя из теории Бойкова, происходит в результате диффузии воды из внутренних слоев к поверхности.

дят реакции гидратации и образования геля, который после кристаллизуется. Если начать применять СВЧ-технологии на ранних сроках, вода удалится из объёма материала и процессы гидратации не смогут происходить, что приведет к трещинообразованию и потери прочности ячеистого бетона. Большое количество воды в объеме конструкции недопустимо из-за напряжений, вызываемых изменением её агрегатного состояния – превращения воды в пар. Именно эта основная причина использования СВЧ-технологий в производстве ячеистых бетонов, а не, например, железобетонных конструкций, в которых арматура являющаяся проводником, наподобие воды, будет накаляться и превращать окружающую ее воду в пар.

Для подтверждения малого градиента температур провели опыт, суть которого состояла в замере температуры на поверхности образца и в объеме после обработки образца СВЧ-излучением (рисунок 2). Результаты опытов можно увидеть на рисунке 3 и рисунке 4. Среднее значение на поверхности и в объёме почти одинаковое, разница возникла из-за неровного расположения образца под магнетроном.

Наряду с большими преимуществами применения СВЧ-технологий находятся и весомые недостатки, такие как вредное воздействие СВЧ-излучения на человека. Как уже упоминалось, СВЧ-излучение воздействует на проводники, а так как человек состоит почти на 89% из воды эффект от СВЧ-излучения он получит такой же, как и вода в бетонном образце. Поэтому стоит соблюдать меры предосторожности при использовании СВЧ-технологий. Работник СВЧ-установок должен быть обеспечен следующими средствами индивидуальной защиты:

- специальной одеждой (радиозащитные костюмы, комбинезоны, халаты, фартуки, куртки из ткани х/б с микропроводом);
- специальной обувью (бахилы из ткани х/б с микропроводом);
- средствами защиты рук (рукавицы из ткани х/б с микропроводом);
- средствами защиты головы, лица, глаз (очки защитные закрытые с прямой вентиляцией, шлемы, капюшоны, маски из радиоотражающих материалов);

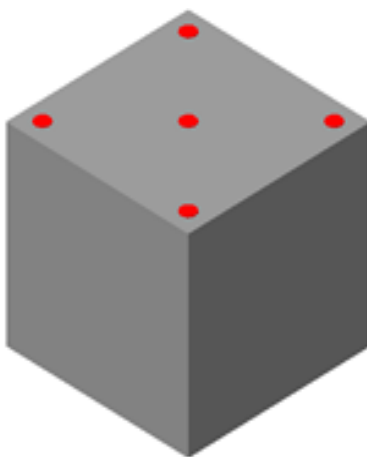


Рис. 8. Точки измерения температуры на поверхности и в объеме

- необходимыми инструментами, приспособлениями, устройствами (дистанционное управление).

В завершении перечислим все преимущества и недостатки СВЧ-технологий.

Преимущества:

- малый градиент нагрева (нагрев по всему объему образца);
- малые энергозатраты;
- быстрота процесса сушки.

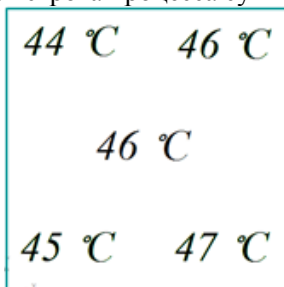


Рис. 9. Результаты замеров на поверхности образца

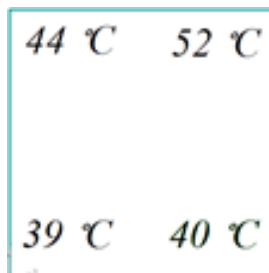


Рис. 10. Результаты замеров в объёме образца

Недостатки:

- вредное воздействие СВЧ-излучения на человека;
- невозможность использования СВЧ-технологий на ранних стадиях твердения бетона;
- невозможность использования СВЧ-технологий при большом количестве воды в объеме конструкций.

Использование СВЧ-технологий это прорыв в области производства строительных материалов, который требует проведения дополнительных испытаний с целью дальнейшего внедрения в производство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Батраков В.Г.* Модифицированные бетоны, теория и практика. М.: Технопроект, 1998. -768 с.
2. *Кривицкий М.Я., Левин Н.И Макаричев В.В.* Ячеистые бетоны (технология, свойства и конструкции), М.: Стройиздат, 1972. 137 с.
3. *Волженский А.В., Бузов Ю.С., Колокольников В.С.* Минеральные вяжущие вещества. Учебник для вузов. 3 издание перераб. И доп.– М.: Стройиздат, 1979.-467с
4. *Мамонтов А.В., Нефедов В.Н., Назаров И.В.* и др. Микроволновые технологии: Монография. М.: ГНУ НИИ ПМТ, 2008.308с.

ОБЗОР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Интеллектуальные материалы - это материалы, способные изменять свои свойства в ответ на изменение окружающей среды.

Строительная промышленность является одной из самых материалоемких и энергоёмких. Негативное воздействие на окружающую среду происходит на всех этапах строительства и дальнейшей эксплуатации объектов. Научно-технический прогресс связан с появлением и развитием различных интеллектуальных технологий и материалов, которые позволяют снизить негативные факторы и сохранить окружающую среду. Рассмотрим некоторые из них.

1. Самовосстанавливающийся бетон. В настоящее время всё больше набирает обороты развитие биотехнологий и их применение в различных отраслях промышленности, в том числе, и в строительной. Биотехнологии основаны на интегрировании и использовании микроорганизмов для производства различных строительных материалов и ремонте строительных конструкций. Рассмотрим пример использования микроорганизмов для ремонта бетонных конструкций.

Известно, что бетон под влиянием внешних факторов с течением времени подвергается физическому износу, сопровождающемуся появлению различного рода дефектов, в том числе, трещин, которые снижают несущую способность бетонных конструкций. Кроме того, трещины могут появляться и развиваться в труднодоступных для ремонта местах (в местах сопряжения конструкций, на большой высоте и др.), что влечёт за собой дополнительные экономические и трудозатраты. Устранение трещин должно носить комплексный характер: в первую очередь устранение причины возникновения трещины и в дальнейшем её заделка. Проблема заделки может быть решена с помощью применения самовосстанавливающегося бетона. Самовосстанавливающийся бетон – особый вид бетона, так называемый биобетон, основанный на включении в его состав особых микроорганизмов – палочковидных бактерий. Палочковидные бактерии вместе с их питательной средой в виде лактата кальция помещаются в специальные капсулы, изготовленные из биоразлагаемого пластика и добавляются в бетонную смесь. В процессе возникновения трещины и попадания в неё воды капсула растворяется, бактерии начинают поедать лактат кальция и в результате метаболизма производить ремонтный состав кальцит или известняк, который заполняет трещины, что препятствует попаданию в неё воды и её даль-

нейшее развитие. Палочковидные бактерии были выбраны не случайно – они живут в щелочной среде, коей является бетон, и производят споры, которые могут выжить в течение долгого времени без еды и кислорода.

В перспективе биобетон может получить широкое распространение и применение при ремонте строительных конструкций зданий и сооружений различного назначения.

2. Фотокаталитический цемент. Фотокаталитический цемент представляет собой цементную смесь с включением в неё фотокатализатора. Фотокатализаторами могут служить полупроводниковые оксиды или сульфиды (TiO_2 , ZnO , CdS и др.). Фотокаталитические цементы и различные композиции на их основе применяются для очистки атмосферы от выхлопных газов и других вредных примесей. Механизм очистки основан на явлении фотокатализа. Фотокатализ – метод ускорения химической реакции за счёт совместного действия катализатора и потока света ультрафиолетового спектра. В качестве катализатора наибольшее распространение получило применение диоксида титана по причине наиболее оптимального соотношения его стоимости и эффективности. В обычном состоянии диоксид титана является веществом, не обладающим заметной химической активностью, но при облучении лучами ультрафиолетового спектра он превращается в мощный окислитель, способный разлагать органические и неорганические вещества. Фотокаталитический слой, нанесенный на различные поверхности (тротуарная плитка, поверхность дороги или тротуара, стены фасадов здания, лестницы, памятники и др.), под действием ультрафиолетовых лучей окисляет и разлагает различные загрязнители, которые находятся в окружающей среде в газообразном виде или в форме микрочастиц, и превращает их в более простые продукты, которые не являются летучими. Таким образом, предотвращается дальнейшее распространение вредных примесей в атмосфере, а полученные нелетучие продукты могут быть легко очищены с поверхности.

Применение фотокаталитического цемента и композиций на его основе позволит очистить воздух от загрязнений и значительно улучшить экологическую ситуацию в крупных городах.

3. Электрохромные стекла. Электрохромными и или «умными стёклами» называют стёкла с изменяющимися свойствами при изменении различных внешних факторов: освещённости, температуры или при подаче электрического напряжения. Существует несколько технологий «умных стёкол», рассмотрим отдельные из них.

Технология переменной матовости. Основа технологии заключается в расположении между двумя стёклами специальной плёнки с жидко-

кристаллическим слоем. Работа «умного стекла» заключается в рассеивании света и зависит от подачи электрического тока. Когда стекло отключено от источника питания, жидкие кристаллы плёнки ориентированы хаотично и рассеивают все лучи света, падающие на него, тем самым препятствуя видимости и создают матовую поверхность. При подаче электрического тока кристаллы выстраиваются параллельно друг другу и в перпендикулярном стеклу направлении, пропуская без искажений падающие лучи и делая поверхность стекла прозрачной.

Технология на основе электрохромного слоя. Электрохромное стекло представляет собой стандартный стеклопакет, между стёклами которого располагается электрохромный слой с введёнными в него электрическими контактами. Без подачи напряжения стекло ничем не отличается от обычного. При подаче напряжения (2 В) стекло начинает постепенно затемняться (2-10 мин.), при отключении источника питания стекло приходит в обычное состояние в течение 4-15 мин.

Электрохромные стёкла относятся к числу энергосберегающих технологий, что экономит расходы на охлаждение помещений в летний период и обогрев в зимний по сравнению с обычными стеклопакетами.

Область применения «умных стёкол» обширна – они могут заменить стандартные стеклопакеты в жилых и офисных зданиях, могут использоваться в качестве перегородок в деловых центрах, применяться в качестве остекления автомобилей. Основным минусом электрохромных стёкол – высокая стоимость.

Рассмотренные примеры интеллектуальных материалов - это лишь малая часть. На сегодняшний день существует большое разнообразие «умных материалов» и технологий, которые применяются в различных отраслях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лятишевская О.Б., Фрайнт М.А.* Фотокаталитический бетон для дорожного строительства. Журнал «Вестник МГСУ». 2014. № 2 С.125-130
2. *Пепе Кармине, Гуэррини Джан Лука.* Патент на изобретение № 2571623. Композиции цемента с высокой фотокаталитической активностью и улучшенной реологией.
3. *Самойлов С.И., Соловьёв А.К.* Проектирование светопроёмов в офисах и экономия энергии.// Светотехника. 2000. №1.
4. Журнал «Интеллектуальные материалы». 2004. № 8-10, 12.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ВОДОПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ

Прежде, чем начать говорить о способах регулирования водопотребности, стоит отметить, что такое цементно-песчаная смесь. Известно, что строительный состав, включающий в себя песок и цемент (вяжущее вещество), является основным при устройстве фундаментов, кладке кирпичных стен, оштукатуривании поверхностей, а также для различных общестроительных работ.

Состав раствора полностью зависит от области применения. Самой распространённой является пропорция 1:3, то есть на одну долю вяжущего потребуется три доли песка. Для приготовления раствора необходимо смешать все компоненты в сухом состоянии, затем добавлять в него воду малыми порциями до получения сметанообразной консистенции.

Далее происходит процесс загустевания в течение 15 минут. Вода в составе раствора является важным компонентом и должна содержать минимальное количество различных примесей и загрязнений. В противном случае, это может повлиять на основные свойства раствора, такие как: подвижность, водоудерживающая способность, расслаиваемость. Таким образом, мы видим, что все составляющие цементно-песчаного раствора должны быть правильно подобраны относительно друг друга.

Требования, предъявляемые к свойствам сухих строительных смесей на цементном вяжущем, регламентируются ГОСТ 31357-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия», ГОСТ 33083-2014 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия», ГОСТ 31358-2007 «Смеси сухие строительные напольные на цементном вяжущем. Технические условия», а также ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия».

Состав сухих строительных смесей традиционно представлен следующими компонентами: вяжущее вещество, наполнитель и модифицирующие добавки. Вид применяемого вяжущего выбирается в зависимости от условий твердения и требуемых эксплуатационных свойств сухих смесей. В производстве сухих смесей могут использоваться как минеральные, так и полимерные вяжущие материалы. Среди минеральных вяжущих обычно применяются цемент, гипс, ангидрит, гашеная известь возможно использование смешанных и

композиционных вяжущих. Портландцемент является одним из наиболее распространенных вяжущих при производстве сухих строительных смесей. Рекомендуется использовать алитовый цемент, не содержащий минеральных добавок, для обеспечения стабильности химического и минералогического состава. Белый цемент используется для шпатлевок и декоративных составов. Глиноземистый цемент применяется для корректирования отдельных свойств растворной смеси и затвердевшего раствора, а также для быстротвердеющих и расширяющихся смесей, предназначенных для аварийно-ремонтных работ.

В качестве инертного наполнителя чаще всего применяется кварцевый песок. Наполнитель в составе затвердевшего раствора выполняет функции каркаса, воспринимающего внешние нагрузки и нагрузки от внутренних напряжений, возникающих в процессе гидратации и эксплуатации.

Одним из основных способов снижения водопотребности раствора является гранулометрический состав песка. Так, для более эффективной работы песка в системе А.И. Панченко и Г.В. Несветаев советуют применять не менее трех разных фракций наполнителя. Кроме того, следует обращать внимание на количество примесей в песке. Содержание более 1,5% глинистых частиц может привести к увеличению водопотребности смеси, развитию неуправляемых усадочных деформаций, снижению прочности сцепления затвердевшего раствора с основанием в два раза и к снижению морозостойкости. Органические примеси существенно замедляют процесс гидратации цемента.

Ещё одним из способов является применение модифицирующих добавок позволяющих получить сухие строительные смеси с требуемыми реологическими и эксплуатационными характеристиками. Для регулирования свойств сухих строительных смесей наиболее часто применяются пластификаторы, стабилизаторы, водоудерживающие и водоредуцирующие добавки.

Кроме того, могут использоваться добавки, регулирующие сроки схватывания, противоморозные, гидрофобизирующие и воздухововлекающие модификаторы. Принято считать, что существует два уровня модификации сухих смесей с использованием химических добавок. Первичное модифицирование достигается введением в состав сухих смесей эфиров целлюлозы. В задачи такого модифицирования входит пластификация, увеличение водоудерживающей способности и открытого времени раствора. Раствор в этом случае может наноситься более тонким слоем, что позволяет существенно сократить норму расхода смеси. Второй, более сложный, способ модифицирования

предполагает введение в состав сухих смесей редиспергируемых сополимерных порошков, которые позволяют улучшить адгезию к основанию, повысить прочность на изгиб, морозостойкость, снизить водопоглощение. Стоит отметить, что стоимость таких добавок составляет от 80 до 97% от стоимости модифицированных сухих смесей в зависимости от сложности состава.

Отдельно следует отметить влияние суперпластификатора С-3 на водопотребность цементно-песчаного раствора. По результатам опытов было установлено, что введение суперпластификатора при помолце цемента имеет небольшое преимущество с точки зрения снижения водопотребности цемента и повышения прочности в сравнении с другими способами, только при более низких удельных поверхностях цемента — около 300 м²/кг. При повышении тонкости измельчения цемента до 400–450 м²/кг эффективнее вводить С-3 с чистой водой или в виде порошка.

Необходимо подчеркнуть, что на всех этапах производства сырьевые материалы, и готовая сухая смесь не должны контактировать с водой.

Увлажнение приводит к коагуляции частиц полимерных модификаторов и гидратации минеральных вяжущих веществ. В практике производства сухих смесей отсутствуют примеры, когда получение модифицирующих добавок было бы включено в общую технологическую схему, что существенно снизило бы стоимость готовой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волженский А.В.* Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
2. *Замчалин М. Н., Коровкин М. О., Ерошкина Н. А.* Влияние способа введения суперпластификатора С-3 на водоредуцирующий эффект и прочность растворной составляющей бетона // Молодой ученый. — 2015. — №4. — С. 187-192.
3. *Баженов Ю.М.* Новый век: новые эффективные бетоны и технологии //Ю.М. Баженов, В.Р. Фаликман //Материалы 1 Всероссийской конференции. Т.1 Планерные доклады. С.91-101.
4. *Горшкова А.В.* Сухие строительные смеси. Томск, 2015.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Студенты 4 курса 1 группы ИГЭС Баутдинов Р.Н., Смышляев Р.С.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.А. Гончаров*

ФУНДАМЕНТЫ ТУРБОАГРЕГАТОВ

Турбоагрегат — совокупность турбины (газовой, паровой или гидротурбины) и приводимым в действие электрогенератором, являющимся одним из важнейших оборудованием на ЭС.

Фундаменты турбоагрегатов являются одним из наиболее ответственных и сложных сооружений на электростанции. Для всех типов турбоагрегатов обязательным является определение модуля деформации на отметках заложения фундамента в пределах его контура. В зависимости от грунта основания под фундамент турбоагрегата производятся различные исследования на динамические нагрузки, определение критических значений динамических напряжений и деформаций (используется искусственное уплотнение неблагоприятных грунтов, полная или частичная замена, а также уплотнение виброспособом щебеночно-песчаной смеси). Фундаменты турбоагрегатов должны быть запроектированы так, чтобы они удовлетворяли условиям прочности, устойчивости, жесткости и экономичности. Нижнюю часть фундаментов, опирающихся на грунт, следует проектировать в виде монолитной железобетонной плиты, симметричной в плане относительно оси турбоагрегата. Установка под подошвой фундаментной плиты датчиков статических и динамических контактных напряжений.

Фундаменты современных паросиловых турбоагрегатов состоят из верхней плиты, опирающейся на продольные балки и ригели, которые через колонны передают нагрузку на мощную нижнюю плиту - «плашку». Толщину нижней плиты назначают из условия ограничения ее прогиба допустимой по нормам величиной. Колонны, ригели и продольные балки образуют систему поперечных и продольных рам.

Верхняя плита с ригелями, балками и колоннами называется верхним строением фундамента. На верхней плите размещаются паровая турбина и генератор. Для их установки в плите предусматривают проемы требуемых размеров. Конденсатор турбины обычно располагают на нижней плите фундамента.

В компоновках с подвалом нижнюю плиту фундамента турбоагрегата возводят, непосредственно, на плите днища ползала.

Плашка фундамента всегда выполняется в монолитном железобетоне с жесткими требованиями к производству работ: непрерывное бетонирование горизонтальными слоями, соблюдение определенного

температурно-влажностного режима в процессе твердения бетона (не допускается $t > 25^{\circ}\text{C}$) и др. Такие же жесткие требования должны соблюдаться при выполнении верхнего строения фундамента в монолитном железобетоне. Эти требования обусловлены тем, что при динамических воздействиях существует опасность образования трещин по швам бетонирования и раскрытие термоусадочных трещин.

Верхнее строение - колонны, ригели, балки - решается в монолитном или сборном железобетоне. В первом случае конфигурация ряда элементов фундамента часто определяется геометрией технологических элементов турбоагрегата. При сборном решении условия изготовления диктуют простые геометрические формы: прямолинейные элементы колонн, ригелей, балок прямоугольного или таврового сечения.

Для уменьшения сечения и массы сборных ригелей поперечных рам и одновременно увеличения их жесткости в ряде фундаментов в пределах наиболее широкой части фундамента (в зоне ЦНД) вводились стойки в середине пролета, образующие двухпролетные рамы. Такое решение одновременно ограничивает деформации ригелей, на которые опираются конструкции турбины, и величину вибраций.

Сборные элементы верхнего строения выполняли из бетона марок 300-400 (класс бетона В22,5 - В30), в отдельных случаях марки 500 (класс В40). Нижнюю плиту - из бетона марок 200-400 (В15-В30).

В последние годы все большее распространение получают виброизолированные фундаменты турбоагрегатов. В их конструкции между нижней поверхностью балок или плиты верхнего строения и стойками фундамента устанавливают пружинные виброизоляторы. Такая конструкция обеспечивает значительное уменьшение вибрации элементов фундамента и практически исключает передачу вибраций на нижнюю плиту фундамента и на грунтовое основание.

При компоновке пружинных виброизоляторов необходимо следовать правилам: общий центр жесткости всех виброизолирующих устройств обязательно устанавливать на одной вертикальной оси с центром тяжести изолируемой системы.

Применение виброизолирующих устройств со стальными пружинами, позволяет исключить из динамического анализа часть системы, находящуюся под виброизоляторами, — нижнюю плиту с основанием, это значит, что на нижнюю плиту будет передаваться статическая нагрузка от собственного веса вышележащей системы, позволяющую получить гарантированную более надежную конструкцию фундамента.

В результате обзора конструкций фундаментов турбоагрегатов и рассмотрения активной виброизоляции при помощи стальных пружинных изолирующих устройств можно сказать, что активная виброизоляция чаще всего является самым оптимальным и наименее трудным и

финансово затратным решением по устройству фундаментов турбоагрегатов и требует дальнейшего изучения с целью более эффективного ее применения.

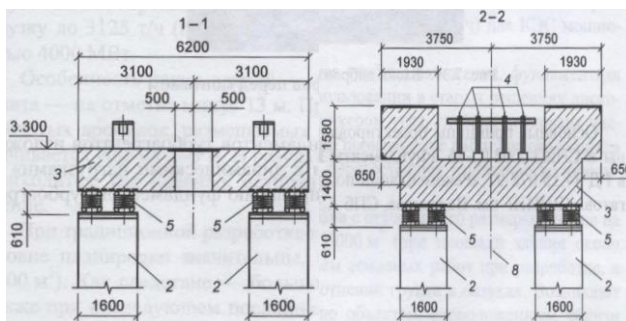


Рис. 1. Виброизолированный фундамент под турбоагрегат мощностью 800 Мвт:

1- нижняя плита; 2- стойки; 3- верхняя плита; 4- анкерные болты для крепления генератора; 5-виброизоляторы; 6- ось генератора;7- ось всасывающего патрубка; 8- ось турбогенератора



Рис. .2 Виброизолятор производства фирмы GERB, Germany

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 . Вишницкий И.К., Кириллов Ю.И., Лейпунский Б.Ф., Пергаменцик Б.К. «Строительство тепловых электростанций. Том 1. Проектные решения тепловых электростанций.»
2. СП 26.13330.2012 Фундаменты машин с динамическими нагрузками.

ВОЗВЕДЕНИЕ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ «ЛАХТА ЦЕНТРА»

«Лáхта-центр» — название общественно-делового комплекса, возводимого в Приморском районе Санкт-Петербурга. Комплекс состоит из небоскрёба и многофункционального здания (МФЗ). Общая площадь зданий — 400 тыс. м². Небоскрёб станет самым высоким в России и Европе, его высота составит 462м.

Фундамент здания «Лáхта центра» - это мощная железобетонная коробка, опирающаяся на 260 свай глубиной до 82-х метров. Это традиционная конструкция фундамента небоскрёба — массив свай, на который опирается мощная плита.

Фундамент «Лáхты» представляет из себя коробчатую конструкцию, зарытую в землю на глубину 17 м. Это послужит более равномерному распределению веса конструкции и поможет избежать в будущем сильной осадки небоскрёба.

Коробчатый фундамент применен не только для распределения нагрузки от веса здания, но и гарантии устойчивости в сложных грунтах и при сильных ветровых нагрузках. Монолитная плита без значительного заглубления не сможет решить этих задач.

Перед устройством фундамента создается котлован глубиной 17 метров. По периметру будущий фундамент окружает «стена в грунте» — железобетонный правильный пятиугольник глубиной 30 м. Она не является опорным элементом, но защищает силовую часть фундамента от давления грунта, и главное — от просачивания грунтовых вод.

По мере откопки котлована «стена в грунте» подвергается огромному боковому давлению. Для удержания стены её поэтапно укрепляют четырьмя находящимися друг над другом железобетонными конструкциями — так называемыми распорными дисками, которые будут демонтированы в период сооружения коробчатого фундамента.

Альтернативой этой конструкции является анкерная система. Проектировщики «Лáхта центра» отдали предпочтение распорным дискам, поскольку только они позволяют вести работы на прилегающей территории. Опорой для дисков служат металлические двутавровые колонны, которые были вмонтированы в 50 из 260 свай.

Перед началом откопки по периметру пентагона устанавливается система водопонижения – иглофильтры. Трубки фильтров погружаются в грунт на глубину 4-5 метров. Через них выкачивается вода из верхнего водонасыщенного горизонта, запертого внутри стены в грунте. В ниж-

них более плотных глинах воды практически нет. А новые грунтовые воды в котлован не попадают.

Благодаря стене в грунте дно котлована остаётся сухим. Стена в грунте выполняет свою работу. Создание распорных дисков начинается с подготовки арматурного каркаса по внутреннему периметру пентагона: вяжется и укладывается арматура. Затем конструкция заливается бетоном. Грейферные экскаваторы, установленные на платформах в углах пентагона, извлекают грунт из котлована и грузят на самосвалы, которые увозят его на полигоны. По мере разработки грунта в котловане поочередно сооружаются распорные диски. Создание одного диска, в среднем, требует месяца работы.

На этапе бетонирования, в распорных дисках предусматриваются технологические отверстия, через которые потом передают рукава бетононасосов на нижние уровни. Так создаются следующие, создаваемые под ними диски.

Для разработки грунта под дисками применяются специальные мини-экскаваторы. Общий объем вывезенного грунта - 100 000 м³.

Достигнув запланированной глубины в 17 метров, строители приступают к зачистке оголовков свай.

Для того, чтобы удостовериться в монолитности свай, через 4 трубки, заранее установленные в каркас каждой сваи, осуществляется ультразвуковое исследование и дополнительная проверка – выбуривание кернов. Специалисты берут пробу свай. Полученные образцы бетона проверяют на соответствие требованиям.

После успешного тестирования начинается устройство бетонной подготовки – бетонирование плиты толщиной 30 см по всей площади котлована.

Именно на этой плите после устройства гидроизоляции и будет собираться арматура для самого тяжелого элемента небоскреба — нижней плиты фундамента. Это монолитный бесшовный пятиугольник толщиной 3.6 м. Она является основой фундамента и передает давление веса небоскреба на сваи.

За 49 часов непрерывного бетонирования в основание уложено 19 624 м³ бетонной смеси. Поставку бетона обеспечивали 13 бетонных заводов Санкт-Петербурга.

Далее устанавливают десять радиальных стен – диафрагмы жесткости с параллельным демонтированием распорных колец. Стены снимают нагрузку с центрального элемента фундамента — ядра, которое принимает на себя до 70% всех вертикальных нагрузок. В результате достигается равномерное распределение давления на фундамент.

Завершающим этапом строительства коробчатого фундамента «Лакта центра» является бетонирование верхней плиты толщиной 2 м.

ВОЗВЕДЕНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Престижность и хорошая инженерная инфраструктура создает повышенную инвестиционную привлекательность для возведения объектов в центральных частях городов. Данная инвестиционная деятельность сопряжена с большим количеством особенностей при проведении строительно-монтажных работ в условиях плотной городской застройки.

Главная задача при возведении зданий состоит в том, чтобы все организационно-технологические мероприятия, связанные со строительно-монтажными работами, не влияли на эксплуатационную надежность зданий и подземных сооружений, попадающих в зону влияния. Также немаловажным фактором является интенсивность и бесперебойность движения муниципальных транспортных логистических схем. Кроме того должна быть обеспечена экологическая безопасность для окружающей городской среды.

Стесненные условия характеризуются следующими факторами:

- активное движение городского транспорта и пешеходов на близком расстоянии от проведения строительно-монтажных работ;
- хаотически разветвленная система подземных коммуникаций;
- нахождение жилых и производственных зданий вблизи от места строительства, а также сохранение зеленых насаждений;
- ограниченные условия для нормального обеспечения материалами рабочих мест или невозможность их складирования на строительной площадке;
- ограничение зоны поворота стрелы башенного крана, связанное с обеспечением техники безопасности [4]

Основные особенности высотных зданий:

- увеличивается опасная зона при монтажных работах крана. Для обеспечения безопасности применяют защитно-улавливающие системы или подъем груза вдоль фасада;
- подземная часть здания всегда заглублена, имеет большую площадь опирания и передает значительные нагрузки на грунты основания. [3]

Затраты на возведение подземной части здания составляет до 40% от стоимости всего строительства объекта. Поэтому для привлекательности в качестве окупаемости и рентабельности применяют рациональные технологические схемы производства работ, которые позволяют эффек-

тивно использовать подземное пространство под зданиями [1]. Функциональным использованием подземного пространства являются многоуровневые подземные стоянки.

При проектировании и выборе организационно-технологических решений важно учитывать урбанистику городской среды.

На сегодняшний день известно множество технологий освоения подземного пространства. Один из инновационных и успешно применяемых на Западе, а также и в России - устройство подземной части здания по технологии «Top-Down» («сверху-вниз»).

Метод «сверху-вниз» представляет собой строительство комплексной системы многоуровневой подземной части, которая позволяет вести работы ниже нулевой отметки и наземной части здания одновременно. Для ограждения котлована используют универсальную конструкцию «стену в грунте» с высоким уровнем водонепроницаемости не ниже W8.

По грунту монтируют перекрытия, которые работают как распорная систем. Такая система уменьшает деформацию ограждающих конструкций и движения почвы, и, следовательно, сводит к минимуму или предотвращает осадку прилегающих структур. Удаление грунта из-под перекрытий происходит через специальные технологические проемы.

Нижележащие перекрытия бетонируются поэтапно. Временные опоры, поддерживающие перекрытия демонтируются после возведения фундаментной плиты и постоянных колонн или несущих стен, бетонируемых снизу-вверх.

Работы ведутся в стесненных условиях, поэтому необходимо вести регулярный контроль и мониторинг.

Технология «сверху-вниз» постоянно совершенствуется для того чтобы минимизировать затраты на возведение временных конструкций. Например, научная разработка с креплением ограждения котлована, где в верхнем ярусе монтируются металлические фермы, которые опираются на «стену в грунте». Подземные перекрытия, бетонируемые по мере удаления грунта, подвешиваются к конструкциям этих ферм. После возведения вертикальных конструкций, временные подвески и фермы демонтируются.

Очевидно, что выбор такой технологии подходит для множества ситуаций городского строительства. Научное сопровождение ответственных работ, строгий контроль качества, четкое понимание и соблюдение последовательности работ позволяют не только снизить до минимума возможность возникновения аварийных ситуаций во время строительства, но и снизить стоимость строительно-монтажных работ.

Объекты, возводимые с применением технологии «Top-Down» показаны на рис. 1-3.

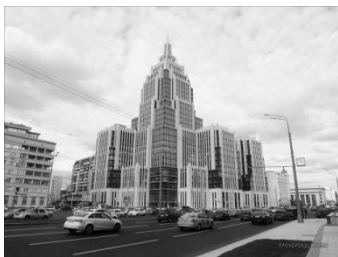


Рис. 1. Бизнес-центр Оружейный в г. Москве



Рис. 2. Многофункциональный комплекс «Лахта центр» в г. Санкт-Петербург



Рис. 3. ММДЦ «Москва-Сити», Башня «Россия»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соколов Г. К.* Технология строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений 2006.
2. *Драновский А.Н., Фадеев А.Б.* Подземные сооружения в промышленном и гражданском строительстве. – Казань, 1993. – 355 с.
3. МДС 12-23.2006 Временные рекомендации по технологии и организации строительства многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в Москве.
4. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» МДС81-35.2004.

*Студент магистратуры 2 года обучения 5 группы ИСА Буряк П.В.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. М.Н. Ершов*

ПРОТИВОАВАРИЙНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ШУХОВСКОЙ РАДИОБАШНЕ В Г.МОСКВЕ

Характеристика Шуховской радиобашни

Шуховская башня высотой 155 м. возведена в 20-х годах XX века в Москве под руководством архитектора В.Г. Шухова. Исключительная конструкция башни, возведенная как несущая стальная сетчатая оболочка, подробнейшим образом описана многими известными авторами. Несмотря на длительную эксплуатацию башни, а также увеличение массы установленного технологического оборудования, капитальный ремонт сооружения не выполнялся ни разу. В 2006 г. в Москве радиобашню Шухова признали шедевром русского авангарда и рекомендовали на включение в список всемирного наследия ЮНЕСКО, а в 2009 г. В.В. Путин утвердил инициативу о реставрации башни.

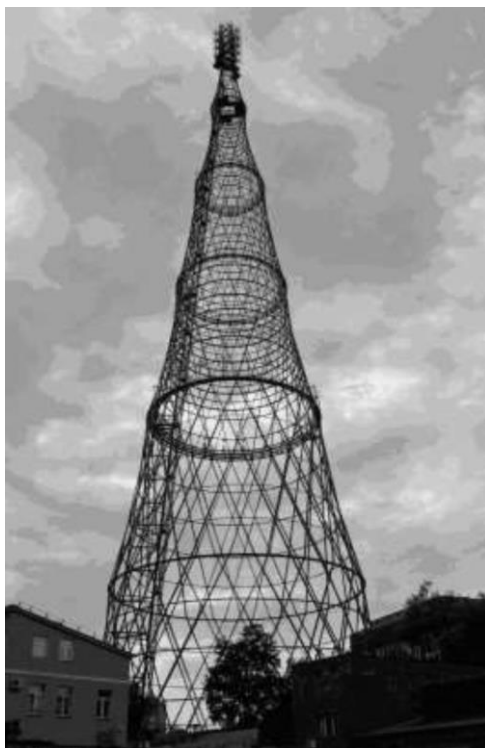


Рис.1 Шуховская радиобашня (г. Москва)

Современное состояние конструкций Шуховской радиобашни

Последнее обследование конструкций башни было выполнено в 2011г. Специалистами по обследованию было обнаружены большое число различных дефектов: отсутствие соединительных элементов, трещины в сварных швах, прогибы основных несущих элементов и др. Кроме того, уменьшение сечения конструктивных элементов от поверхностной коррозии составляет 10 -15%, а ослабление сечений элементов от щелевой коррозии в местах большинства узловых соединений достигает 50%. Поэтому был разработан уникальный проект по выполнению противоаварийных мероприятий на радиобашне.

Противоаварийные мероприятия на Шуховской радиобашне

Согласно проекту внутри Шуховской радиобашни возводится новое несущее сооружение башенного типа на отдельном фундаменте. Данная конструкция примет на себя часть нагрузки от собственного веса Шуховской радиобашни, позволяя выполнить необходимые манипуляции в выведенных из работы узлах и стыковых соединениях элементов [1].

Проектной документацией на производство противоаварийных работ также предусмотрено:

- демонтаж седьмой секции, технологических площадок и подъемника Шуховской башни;
- демонтаж монолитных элементов фундамента радиобашни (бетонный пояс, созданный в 80-х годах XX века);
- выполнение фундаментов из буроинъекционных свай, объединенных монолитными ростверками;
- монтаж вспомогательной балочно-тросовой системы и «вывешивание» радиобашни.

«Вывешивание» радиобашни на консоли опорной башни будет выполнено в шести узлах каждой из пяти нижних секций. Для исключения передачи горизонтальных нагрузок «вывешивание» выполняется с помощью гибких металлических тросов.

Регулировка усилий в них осуществляется динамометрическими ключами. Стойки опорной башни – металлические из трубного профиля, диаметром 1020 мм для 1, 2 секций и 720 мм для 3и 4. Для предания большей жесткости и устойчивости конструкции, стойки первой секции заполнены железобетоном. Все нагрузки передаются через стойки первой секции башни усиления на монолитные железобетонные ростверки, объединяющие буроинъекционные сваи (9 свай под каждым ростверком), сваи передают нагрузку на грунт. Размеры ростверка в плане 2,5 х 2,5 м, высота 1,5 м; высота свай 15 м, диаметр 0,25 м [2].

При проведении работ по реконструкции-реставрации ведется комплексный мониторинг, включающий систематические наблюдения за

состоянием конструкций как существующей, так и новой опорной башен.

Важнейшей и достаточно сложной задачей при проектировании было обеспечить передачу усилия от веса радиобашни по оси ее элементов, не допуская возникновения изгибающих моментов. В связи с этим были проведены натурные испытания узла, специально собранного на нижнем пересечении стержней первой секции радиобашни. Нагрузка, соответствующая натяжению подвесок, создавалась винтовыми домкратами, взаимные смещения элементов узла измерялись механическими индикаторами и прогибомером, напряжения в элементах башни – тензорезисторами[1].

Испытания показали, что при нагрузке 200кН(в 2 раза >расчетной) взаимные смещения узла отсутствуют, а взаимные горизонтальные перемещения не превышают 0,3 мм, что удовлетворяет требованиям нормативных документов.



Рис.2 Натурные испытания

Вывод: принятые проектные решения по реконструкции-реставрации Шуховской радиобашни позволили обеспечить нормальный режим производства работ без применения дополнительных противоаварийных мероприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гранев В.В., Мамин А.Н.* Сохраним радиобашню Шухова – 2016, Промышленное и гражданское строительство №6. С.19-22.
2. *Ершов М.Н.* Реставрация- реконструкция технически сложных памятников истории и культуры. – М.:АСВ, 2016. -296 с.

Студент 3 курса 9 группы ИСА Васильев М.Д.
Студент 3 курса 5 группы ИСА Карастоянов П.Д.
Научный руководитель – ст. преп. А.С. Комиссарова

МУФТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЕ АРМАТУРЫ. ПРИМЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сегодня в монолитном строительстве все популярнее становятся муфты для арматуры, потому что они имеют не только уникальные свойства, но и преимущества, облегчающие строительные процессы. Они экономят время и средства, позволяя не нанимать сварщиков.

Преимущества выполнения муфтового соединения арматуры в современном строительстве:

- Повышение прочности, надежности, долговечности и сейсмостойкости конструкции. Значительное понижение нагрузки, действующей на фундамент.
- Снижение вероятности образования трещин разного характера (температурных, усадочных).
- Быстрый монтаж, для крепления необходимо выполнить всего несколько оборотов стержня вручную. Усилие затяжки легко контролируется. Резьбонарезной станок прост в эксплуатации, он устанавливается на строящемся объекте, имеет малые размеры.
- Возможность организации нарезки резьбы на стержнях и их сборку с муфтой вне строительной площадки сокращает срок монтажа.

Существуют различные виды муфт:

- С конической резьбой (стандартные, переходные, позиционные, анкерные, комбинированные).
- С параллельной резьбой (переходные, позиционные, стандартные)
- Обжимные (обтяжные, соединение опрессовкой, переходные).
- Комбинированные с резьбовой вставкой
- Сварные муфты с конической резьбой
- Винтовые муфты с резьбовой арматурой
- Болтовые

Муфты с конической резьбой – предназначены для равнопрочного соединения по всей длине арматурной конструкции, создающая равномерное распределение нагрузки. Таким образом, каждая отдельная муфта ведет себя как непрерывный элемент арматурного стержня.

Преимущества соединения арматуры муфтами с конической резьбой:

- Соединение арматур всех диаметров, применяемых при армировании железобетонных конструкций, при этом минимальное увеличение диаметра стержня в месте соединения, не влияющее на величину защитного слоя бетона.

- Создание равнопрочного соединения на всю длину стержня. Полное исключение отвинчивания благодаря затяжке соединения с нормируемым усилием.

- Механическое соединение может применяться при наличии арматурных стержней любой длины, формы, диаметра или комбинации диаметров арматуры.

Муфты с параллельной резьбой - предназначены для соединения стержней разного диаметра, один из стыкуемых стержней может свободно вращаться, и его перемещение по оси не ограничено. Соединение муфт с параллельной резьбой - предназначено для соединения стальной арматуры диаметром от 12 до 65 мм (рис. 1).



Рис.1. Соединение арматур муфтами с параллельной резьбой

Обжимные муфты. Технология заключается в обжиме путем протаскивания по соединительной муфте обжимного кольца, имеющего меньший внутренний диаметр, чем изначальный муфты. При этом специальный материал муфты обжимается вокруг рифленой накатки арматур, соединяя и выравнивая их, относительно друг друга.

Стыковые муфты служат для соединения арматур железобетонных конструкций мостов. Используются в опорах и пилонах автодорожных мостов, при температуре не ниже минус 40 °С.

Отличительные особенности:

- Могут использоваться как для растянутой, так и для сжатой арматуры;

- Допустимая нагрузка на механический муфтовый стык составляет 100% допустимой нагрузки на арматурный стержень д. 32 мм класса А-III (А-400);

- Число стыков в одном расчетном сечении (в пределах участка длиной 15 диаметров стыкуемых стержней) не должно превышать 50% общего количества стержней в растянутой зоне сечения.

Сварные муфты обеспечивают быстрое и простое соединение арматурного стержня с прокатным профилем или пластиной из конструкционной стали. Внутри торца сварной муфты нарезана коническая резьба, другой торец подготовлен под сварку. Болтовые муфты – это механическое заводское устройство из специально подготовленной стали в виде цилиндрической трубки (рукава) определенного размера с размещенными на одной стороне болтами. Поставляется в виде готового изделия с вкрученными болтами (рис. 2).



Рис. 2. Готовое изделие с вкрученными болтами

Монтаж болтовой муфты состоит из трех последовательных операций:

- Установка болтовой муфты на стержнях арматуры в проектном положении. Плотное закручивание до достижения самосрезания болтов-зажимов на теле болтовой муфты.
- Визуальный контроль качества соединения.
- Арматурные стержни фиксируются в болтовой муфте при помощи ряда специальных, стопорных, срезных болтов, которые позволяют производить контроль качества установки муфт: при достижении определенного момента затяжки болты срезаются.

Например, при строительстве стадиона Спартак-Арена в Тушино, использовалось - муфтовое соединение арматуры. Итоговый проект был принят в 2010 году, в конце 2011 года завершились работы по нулевому циклу, и уже в феврале 2012 было выполнено порядка 60% монолитных работ на объекте, включая трибуны, колонны и ростверки. Из-за применения муфтовых соединений удалось удешевить конструкцию, по сравнению с обычными способами соединения арматур. После этого муфтовые соединения применяли по всей монолитной части комплекса, кроме его свай.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баишта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др.* Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. 2-е изд. — М.: Машиностроение, 1982. — С. 424.
2. *ГОСТ Р 50371-92:* Муфты механические общемашиностроительного применения. Термины и определения.

УСТРОЙСТВО ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОЛОПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «HERRENKNECHT»

Комплекс стволопроходческого оборудования Herrenknecht применяется для быстрого, технологичного и безопасного сооружения вертикальных шахт диаметром 4,5-12м в сложных гидрогеологических условиях, а также в условиях стесненной городской застройки. Данная технология является более современной и технологичной альтернативой классической технологии сооружения вертикальных выработок методом «опускного колодца».

На сегодняшний день данная технология широко используется в современной строительной практике при сооружении опор мостов, вертикальных шахт для добычи полезных ископаемых, а также для освоения подземного городского пространства (строительство метрополитена, подземных городских парковок, мест размещения водозаборных и канализационных станций)

До начала проходки ствола сооружается форшахта и железобетонный свайный фундамент для размещения комплекса. В форшахту при помощи автомобильного крана устанавливается первое (ножевое) кольцо, обеспечивающее продавливание грунта. Затем устанавливаются следующие пять стартовых колец, к которым крепится расчалочный узел, обеспечивающий точное направление при осуществлении проходки и непосредственно сам комплекс.

Стволопроходческий комплекс включает в себя средство разработки и транспортировки грунта с забоя ствола, а также вспомогательное оборудование, располагающееся на поверхности. Электропитание механизмов, управление и контролирование всех операций производится из контейнера управления, находящегося на поверхности. Все параметры, включая положение режущего органа, собираются и воспроизводятся на графическом дисплее - панели управления, таким образом, оператор имеет полную картину процесса погружения ствола. Перед началом работ по разработке грунта форшахта затапливается водой для компенсации давления грунтовых вод и размягчения грунтового массива. В мягком грунте режущая кромка увеличивает интенсивность проходки, так как сама погружается в грунт.

Разработка грунта осуществляется при помощи рабочего органа фрезерного типа в водной среде, находящегося на телескопической стреле, а транспорт грунта при помощи системы гидротранспорта. По мере разработки грунта железобетонная конструкция ствола опускается

вниз под собственным весом (в противном случае, на ствол оказывается дополнительное давление при помощи задавливающих проходческих домкратов).

Нарращивание обделки путем монтажа сборных железобетонных колец осуществляется по мере опускания крепи параллельно проходческими работами, что значительно увеличивает производительность. Разработка грунта осуществляется заходками по 1м с откачкой пульпы, состоящей из глинистого раствора и разработанного грунта на поверхность (в сепарационную установку и далее центрифугу).

Отсепарированный грунт попадает в отвал, далее из отвала погружается в автомобильный транспорт и вывозится на свалку. Очищенная вода попадает обратно в оборотную систему стволопроходческого комплекса. После разработки грунта на 1м, крепь ствола опускается, а на поверхности монтируется очередное кольцо обделки из железобетонных сегментов.

Сегменты соединяются между собой болтами. Кольца соединяются между собой шпильками. Перемещение и монтаж сегментов обделки осуществляется с помощью специальной траверсы, на торцевых сторонах траверсы предусмотрены специальные грузозахватные кольца, которые крепятся к сферическим головкам, установленным на сегменте обделки.

На фундаменте комплекса установлены прядевые домкраты, подъемные лебедки, а также энергобашня. Через домкраты пропущены торсы, которые крепятся к ножевому кольцу в устье ствола. Прядевые домкраты служат для удержания и контролируемого опускания крепи. Подъемные лебедки служат для подъема и опускания стволопроходческой машины.

Каждая из лебедок приводится в действие гидравлическим агрегатом. На подъемных лебедках установлены гидравлические прессы, которые нажимают на верхнее кольцо обделки для механического опускания крепи.

Для уменьшения трения обделки об грунт, зазор между обделкой и грунтом заполняется бентонитовой суспензией (тиксотропная рубашка).

После достижения проектной глубины, режущий орган извлекается из ствола. Методом подводного бетонирования сооружается монолитное бетонное днище (пробка), удерживающее ствол от дальнейшего всплытия под напором грунтовых вод. После набора бетоном проектной прочности производится откачка воды захватками по 10м с контролем герметичности обделки. Бентонитовый раствор тиксотропной рубашки заменяется на цементный раствор снизу вверх.

Устройство вертикальных шахт

	Стволопроходческий комплекс Herrenknecht VSM	Метод «опускного колодца»
Скорость проходки	- 4-6 метров в сутки	- 1-2 метра в сутки в сухих грунтах; - 0,3 метра в сутки при водонасыщенных грунтах
Необходимость проведения дополнительных работ	- полностью готовое техническое решение для производства работ в сложных гидрогеологических условиях	- необходимость использование дорогостоящих специальных методов закрепления грунта в сложных гидрогеологических условиях (водопонижение, замораживание грунтового массива или устройства кессона в устье ствола)
Охрана труда и окружающей среды	- строительство шахты осуществляется без вредного влияния на уровень грунтовых вод и состояние окружающего грунта, а также препятствует возникновению аварийных ситуаций, связанных с нахождением людей в устье ствола	- возможна осадка близлежащей грунтовой поверхности, негативное влияние на грунтовые воды вследствие применения специальных методов их понижения

Технология сооружения вертикальных выработок и подземных сооружений с использованием стволопроходческого комплекса является более технологичной альтернативой классическому методу, как с точки зрения скорости ведения работ, так и безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инновационные тоннелепроходческие технологии URL: <https://www.herrenknecht.com> (дата обращения 20.02.17)
2. Гончаров А.А. Основы технологии возведения зданий. Издательский центр «Академия» 2014. С. 59-61

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРФОБЛОКОВ

В настоящее время очень актуальна проблема создания комфортного, энергоэффективного, доступного и экологически чистого жилья. Одним из элементов для решения этой задачи может быть использование торфа. Современные технологии и оборудование позволили превратить торф в отличный материал для изготовления строительных блоков и плит. Исследование возможностей и направлений использования торфоблоков в строительстве перспективно, так как сырье для их производства экологически чистое, отечественное, а технология производства – безотходная.

Торфяные блоки, как строительный материал используются в Тверской, Московской, Новгородской областях, а также в Сургуте и Тюмени. В Тверской области торфоблоки применялись при возведении более десяти домов разной этажности. В Новгородской области использованы в качестве теплоизоляции при реконструкции школы и для несущих конструкций одноэтажного здания оздоровительного комплекса. Жители домов, построенных с использованием торфяных блоков, отмечают комфорт и энергоэкономичность своего жилья.

Технология производства блоков заключается в механическом перетирании просеянного и смешанного с водой торфа с добавлением опилок, соломы или льнокостры, формовании и сушке [1].

Успешное сочетание конструкционных и теплоизоляционных свойств позволяет использовать плиты и блоки из торфа для возведения ненесущих ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий. Блоки применимы для слоистой кладки, кладки перегородок, изоляции чердачных и междуэтажных перекрытий. Стены, возводимые из торфоблоков, имеют более низкую материалоемкость по сравнению со стенами из кирпича. Это следует из сравнения параметров теплосбережения: 2,3 м силикатного кирпича равнозначны 0,64 м торфоблоков.

Торфяные материалы эффективны для малоэтажного строительства: возможно использование в несущих и самонесущих конструкциях. В зданиях, высотой меньше трех этажей, стены из торфоблоков могут быть самонесущими. При возведении одно - и двухэтажных зданий такие стены могут быть несущими с высотой этажа до трех метров. Однако, в этом случае необходимо устройство армированного пояса для опирания балок перекрытия [2].

Технология строительства с использованием торфоблоков имеет много общего с технологией кладки из кирпича. Торфяные блоки укладываются на цементно-песчаном растворе или насухо. Применение блоков не требует специального обучения. Плиты и блоки режутся ножовкой, легко обрабатываются и подгоняются. Производительность труда при кладке стен из торфоблоков в три раза больше по сравнению с работой по кирпичной кладке [4].

Для наружных стен применяется двухслойная кладка из торфоблоков (250 или 510 мм) и силикатного или керамического кирпича (120 мм). Соединение слоев кладки обеспечивается гибкими связями (сетками) по всему периметру стены на всю толщину через 500 мм по высоте кладки, либо с использованием в дополнение к этому прокладных (тычковых) рядов кирпича. Сетки должны быть уложены так, чтобы концы отдельных стержней выступали за лицевую поверхность кирпича на 2,5 - 3 мм, а торфоблока - на 25 - 30 мм. На поверхности блоков это обеспечивает устройство анкерных крюков для крепления арматурной сетки со штукатурным раствором 30 мм для защиты от механических повреждений. Со стороны кирпича 20 мм штукатурки наносится для повышения сопротивления воздухопроницаемости стены [5].

В помещениях с относительной влажностью более 60% на внутреннюю поверхность кладки из торфяных блоков наносится пароизоляционное покрытие из рулонного материала на биостойкой или неорганической основе с целью неизменности при эксплуатации физико-механических и теплотехнических свойств торфоблоков. В процессе кладки наружных стен и перегородок с применением торфяных блоков нельзя допускать их увлажнения.

Торфяные блоки применяются в каркасном строительстве: используется двойной каркас без мостиков холода, соединенный жесткими связями. Торфоблоки укладываются внутрь каркаса с перевязкой, без раствора. Блоки не дают со временем усадки и являются самонесущими.

Варианты отделки стен, возведенных с применением торфоблоков разнообразны. Кирпич, плитка, блок-хаус, сайдинг или каменные материалы могут применяться в качестве внешней отделки, а для внутренней используют гипсокартон, плитку, дерево, панели, обои или окраску. Также возможно использование декоративной штукатурки: штукатурный раствор прочно держится на поверхности торфоблоков. Для уменьшения накопления лишней влаги в толще блока необходимо применять влагостойкую штукатурку с высокой паропроницающей способностью для внешней отделки, и штукатурку с пониженной паропроницаемостью для внутренних работ.

Материалы на основе торфа также используют для изоляции балок, колонн и капителей. При устройстве в них закладывают (приваривают) выпуски из проволоки, между которыми на горячем битуме фиксируют изоляцию. Поверх нее устанавливают хомуты или струны из проволоки, к которым крепят концы выпусков. Далее закрепляют сетку с ячейками 5×5 мм, навивают на нее проволоку диаметром 2-3 мм и наносят цементную штукатурку [3].

Строительные торфоблоки – долговечные, экологически чистые, обладают защитными свойствами от радиации и микроорганизмов, энергоэффективные материалы. Они поглощают газы, не накапливают в себе влагу, не гниют, не подвергаются атакам грызунов и насекомых, не подвержены грибковым и плесневым поражениям.

Среди недостатков, ограничивающих широкое использование торфоблоков, надо отметить невысокую прочность, большое сорбционное влагосодержание и низкую водостойкость. Эти недостатки можно снизить или устранить, используя магниальное вяжущее.

При неправильной обработке может происходить самовозгорание материала под давлением - чтобы этого не происходило, используют антипирены.

Материалы на основе торфа могут с успехом использоваться для малоэтажного строительства, так как имеют большие конструкционные возможности для создания комфортного жилья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вязовченко П.А., Сухарев Б.В.* Конструкция и технический регламент древесных торфоблоков «Геокар» Тверь. Проектный институт Тверьгражданпроект. 1997.
2. *Савостов Н.С.* Высокоэффективный теплоизоляционный материал «Геокар» на основе торфа/ *Н.С. Савостов* // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2002. - № 1. - С. 10
3. *Семенова Л.И.* «Геокар» - строительный материал XXI века / *Л.И. Семенова* // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2000. - № 8. - С. 11.
4. Строительные блоки «Геокар» [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.chermet.com/articles/all/stroitelnye-bloki-geokar>
5. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов - ГУП Проектный институт «Тверьгражданпроект», 1999 [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293848/4293848088.htm>

Студент 4 курса 11 группы ИГЭС Долгушев Т.В.

студентка 4 курса 1 группы ИСА Федорова В.В.

Научный руководитель – доц., канд. техн.наук, доц. А.А. Гончаров

УСТРОЙСТВО ДРЕНАЖЕЙ В ОДНОРОДНОЙ ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЕ НА НЕСКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ

Составным элементом грунтовой плотины являются дренажи и обратные фильтры. Дренажные устройства в земляных плотинах необходимы для корректировки положения кривой депрессии, сбора и отвода фильтрационных вод, устранения фильтрационных деформаций и снижения порового давления в основании плотины.

Дренажем в грунтовой плотине считают такой материал, коэффициент фильтрации которого хотя бы на два порядка выше коэффициента фильтрации грунта, образующего рассматриваемую плотину. Дренажное устройство как правило состоит из фильтра (как правило многослойного) и устройства для отвода отфильтрованной воды. Исследование работы дренажного элемента в теле грунтовой плотины сводится к определению его размера (для трубчатых дренажей диаметров труб), местоположения, состава по материалам выполнения. Для предотвращения деформаций в грунте, возникающих при фильтрации, на выходе потока, в дренаже устраиваются обратные фильтры и рассчитываются переходные зоны, подбираются материалы.

Из опыта инженерной практики мы видим, что тело однородной грунтовой плотины, как правило выполняется из суглинистого или супесчаного грунта. В этом случае, устраивают горизонтальные или вертикальные дрены. В толще тела плотины их располагают в низовой и центральной части, это позволяет устранить воздействие порового давления. В случае, когда устойчивость слоя грунта подошвы низового откоса плотины недостаточна, создают вертикальный дренаж, который прорезает этот слой и снижает противодавление. В некоторых случаях вместо вертикального дренажа применяют пригрузку основания за низовым откосом плотины.

Самыми распространенным являются следующие виды дренажа: пластовый, ленточный, трубчатый, вертикальный дренаж и дренажная призма (рис.1).

1. Наслонный дренаж устраивают на участках с затапливаемой поймой, таки образом, чтобы он располагался выше высоты высачивания фильтрационного поток на низовую пойму. Тем самым предотвращая оплывание грунта низового откоса и обеспечивая защиту от волнового воздействия воды нижнего бьефа.

2. Пластовый(ленточный) дренаж применяется при возведении

плотин из малопроницаемых грунтов с низкими значениями расходов в плотине, на участках, где присутствие воды исключено или кратковременно, он представляет собой сплошной слой дренажа из камня и щебня с применением на участках нижнего бьефа обратного фильтра. Устройство дренажей данного типа значительно упрощает производство работ и позволяет дренировать основание.

3. Трубчатый дренаж устраивается в таких же условиях, что и пластовый, но при больших значениях удельных фильтрационных расходов. Он выполняется из бетонных, асбестоцементных или гончарных перфорированных, химически устойчивых труб, диаметром не менее 0,2 м, с обсыпкой обратным фильтром.

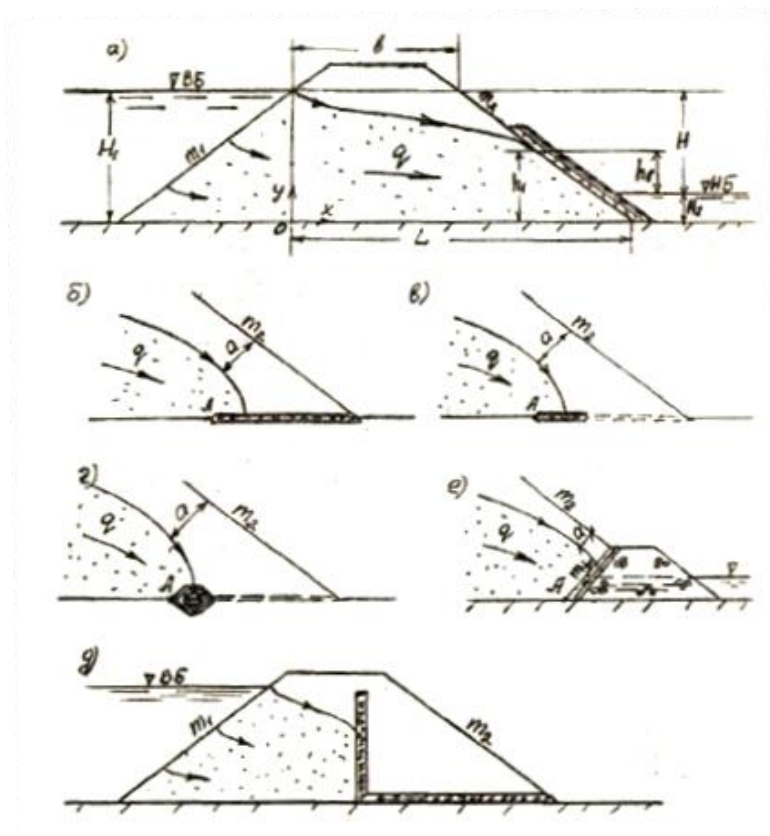


Рис.1. Схемы основных видов дренажей в однородных грунтовых плотинах: а) наклонный; б) пластовый; в) ленточный; г) трубчатый; д) вертикальный; е) дренажная призма

4. Вертикальный дренаж устраивается в плотинах из малопроницаемых грунтов, для ускорения процесса рассеивания порового давления консолидации грунтов. А так же при наличии анизотропной проницаемости грунта и образовании вертикальных трещин для перехвата всего фильтрационного потока. Как правило он устраивается из песчано-гравийного или каменного грунта толщиной не более 4м.

5. Дренажную призму устраивают на русловых, затапливаемых, а при наличии большого количества каменного материала и на пойменных участках створа. Этот вид дренажа имеет относительно простую конструкцию и высокую надежность работы в условиях переменного уровня воды в нижнем бьефе, в результате чего он получил широкое распространение на практике. Однако существенным недостатком этого дренажа является потребность в больших количествах камня.

При устройстве дренажных сооружений из галечника или камня, недопустимо возникновение сегрегации (расслоения) материала. Для этого необходимо соблюдать специальные технические условия, способы укладки грунта. Например, перемешивание при разравнивании, использование мозаичной отсыпки с маленькой высоты, и др.

Таким образом можно сказать, что дренажные сооружения являются основным элементом грунтовой плотины, обеспечивающим успешную эксплуатацию сооружения, его надежность. Вследствие чего остро стоит не только вопрос оптимизации дренажных устройств и поиска наиболее экономичных вариантов его выполнения с обеспечением необходимой фильтрационной прочности сооружения, но и необходимость создания технологических условий обеспечивающих качественное выполнение данных элементов в любых условиях возведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гольдин А.Л., Рассказов Л.Н.* . Проектирование грунтовых плотин. 2001.
2. *Рассказов Л.Н., Орехов В.Г., Анискин Н.А., Малаханов В.В., Бестужева А.С., Саинов М.П., Солдатов П.В., Толстиков В.В.* . Гидротехнические сооружения. Ч.1. 2008.
3. *Журавлев Г.И.* . Земляные плотины. 1966.
4. *Гришин М.М.*, Гидротехнические сооружения. 1962.
5. *Гришин М.М.*, Указания по проектированию дренажных устройств в земляных плотинах. 1953.

КЕРАМОГРАНИТ – КАК ЭЛЕМЕНТ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ В НОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Керамогранит — это искусственный материал, который имеет сходство с мрамором и гранитом. В последнее время сравнительно новый облицовочный материал приобретает популярность у российских потребителей благодаря своей долговечности и прочности.

В зависимости от области применения плиты бывают облицовочные фасадные, плиты для облицовки стен внутри помещений и напольные.

В зависимости от типа лицевой поверхности плиты могут быть глазурованными, частично глазурованными, не глазурованными, полированными, с гладкой рельефной поверхностью.

Производство керамогранита является высокотехнологичным процессом включающим в себя 4 стадии: замес; прессование (под давлением 400 до 600 кг/см²); обжиг (при T до 1300 °C) и обработка поверхности на шлифовальной и полировочной линиях.

Технология монтажа крупных керамогранитных плит включает в себя 2 стадии: подготовка плиты к монтажу и монтаж.

Подготовительные работы происходят в специально предназначенном цехе. В цехе производится резка керамогранита. Для обеспечения более высокой точности используются автоматизированный лазерный резак, а также, резак с алмазным диском.

После процесса резки крупноразмерной плиты необходимо очистить её внутреннюю сторону от пыли, а затем нанести грунтовку под алюминиевыми профилями. Для высыхания грунтовки в среднем необходимо 15 минут. В течение этого времени идет подготовка алюминиевых профилей (стоек) с пазом: очищают плоскую сторону профиля от пыли с помощью растворителя и оставляют на 5 минут для высыхания. После чего наносят на ту же поверхность 2 линии фиксирующей ленты. С помощью пневматического пистолета наносится клей по краям профиля (рис. 1). Химической основой клея является 1-компонентный полиуретан, отверждаемый под действием влаги. Клей наносится при температуре от +5°C до +35°C; время липучести составляет 20 минут; температура эксплуатации находится в пределах от -40°C до +90°C. Профиль монтируется на поверхность керамогранитной плиты в течение 10 минут с момента нанесения клея на основание. Под действием распределенной нагрузки по всей поверхности алюминиевого профиля идет процесс склеивания плиты со стойкой. После чего нагрузка снимается. Вводятся в паз профиля гайки для крепления кронштейна. По контуру

клеятся уголки по технологии склейки стоек и крепят кронштейны (рис. 2). На этом, стадия подготовки завершается.

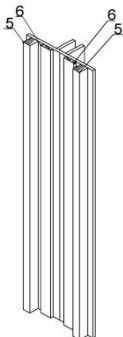


Рис. 1. Схема расположения ленты фиксации и клея на стойках: 5 - клей; 6 - лента фиксации

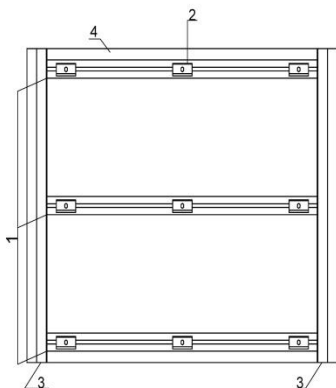


Рис. 2. Готовая к монтажу керамогранитная плита: 1 - стойки; 2 - кронштейн; 3 - профиль угловой; 4 - керамогранитная плита

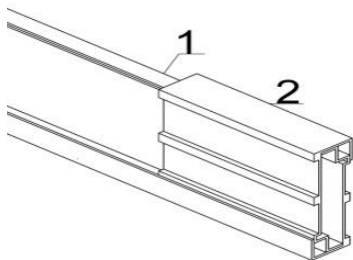


Рис. 3. Крепление ригеля с кронштейном керамогранитной плиты: 1 - ригель; 2 – кронштейн

Монтаж керамогранитной плиты к стене. Сначала выполняется разметка на стене. Затем монтируется кронштейн следующим образом: подбиваются дюбеля и устанавливаются анкера. Укладывается и закрепляется утеплитель. Монтируются направляющие к кронштейну с помощью заклепок. На направляющий профиль крепится ригель, который соединяется с кронштейном конструкции керамогранитной плиты и образует замок (рис. 3, 4). Монтаж керамогранитной плиты производится в одном направлении.

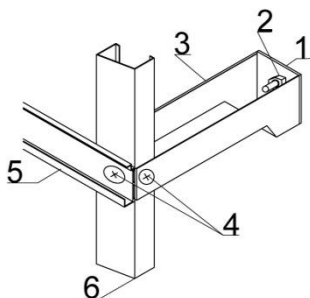


Рис. 4. Элементы крепления: 1-терморазрыв; 2 - анкер распорный; 3 - кронштейн; 4 - заклепки; 5 - ригель; 6 - направляющий профиль

Низкий коэффициент водопоглощения (менее 1%) керамогранита обеспечивает также его высокую морозостойкость и делает пригодным для облицовки поверхностей снаружи.

Керамогранит является абсолютно негорючим материалом. Керамогранит стоек к истиранию, появление отдельных царапин на нём практически исключено. Высокий уровень прочности позволяет сохранить хорошее качество покрытия на долгие годы. Керамогранит устойчив к агрессивному воздействию внешней среды (солнечные лучи, ветровые нагрузки), на поверхности материала появление пятен невозможно. Важно отметить, что материал не нуждается в специальном уходе.

К недостаткам керамогранитных плит больших размеров можно отнести сложность при транспортировке, во время монтажа. Еще к недостаткам можно отнести высокую стоимость материала, но, принимая во внимание указанные выше достоинства, можно считать, что такая высокая цена оправдана.

Вышеизложенные данные позволяют сделать вывод, что использование керамогранита как фасадного элемента является целесообразным, исходя из условий долговечности, износоустойчивости и минимальных затрат при эксплуатации, несмотря на высокую стоимость и сложность монтажа.

Студент 3 курса 11 группы ИСА Кадетов А.С.

Студент магистратуры 1 курса 22 группы ИСА Гайдуков П.В.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук Е.М.Пузач

ОПАЛУБКА ДЛЯ СВОДОВ ИЗ ШТУЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Распорные конструкции из штучных элементов известны со времен древнего мира. В архитектуре Египта, Древнего Рима и стран междуречья уже 2000 лет назад применялись сводчатые конструкции. Для их возведения использовались различные типы поддерживающих устройств, не ограничивающихся сплошной опалубкой. Так для возведения Нубийских сводов применялись циркульные поддерживающие приспособления. Они представляли собой брусок равный высоте (подъему) свода, шарнирно закрепленный одним из концов на опоре так, что противоположный конец мог описывать дугу, повторяющую очертания будущего свода. Клинообразные кирпичи выкладывались круговыми рядами и опирались на свободный конец бруска, предотвращавший соскальзывание кирпичей и гарантировавший более высокую точность, чем при кладке без дополнительных приспособлений.

Самой распространенной и используемой опалубочной системой является сплошная опалубка. Опалубка - площадка, на которой производится кладка свода, или арки до момента его заклинивания и возникновения в конструкции усилий распора. В общем виде монтаж опалубки происходит в следующей последовательности: по шаблону из досок или других пиломатериалов изготавливаются несущие фермы. Количество и шаг ферм в блоке опалубки определяется по несущей способности палубы и весу возводимой на ней конструкции. После изготовления ферм на строительной площадке, для удобства последующего монтажа опалубки они монтируются в укрупненные блоки на горизонте работ. Укрупненный блок представляет собой две и более фермы, соединенные между собой палубой (при возведении конструкций с большим пролетом, блок опалубки может дополнительно усиливаться связями, для увеличения жесткости). Параллельно с изготовлением блока производятся работы по установке опорных конструкций - клиновых лесов или телескопических стоек. Опалубка монтируется на стойки с помощью крана, а после возведения свода демонтируется в обратной последовательности. На ряду со сплошной опалубкой применяется опалубка передвижная. Разработана она была для возведения протяжённых сводчатых конструкций и представляет собой передвижной блок, перемещаемый по направляющим вдоль продольной оси свода. Блок передвижной опалубки изготавливается по той же схеме, что и укрупненный блок сплошной опалубки. Для увеличения жесткости конструкции дощатые

фермы опалубки могут быть усилены диагональными связями. Для перемещения блока на поддерживающие леса монтируются балки-направляющие, по которым будет происходить перемещение блока. Блок опалубки, собранный на строительной площадке, краном перемещается на горизонт работ и устанавливается на заранее подготовленные клинья на направляющих. Клинья представляют собой расщепленный по диагонали брус, длиной 30-40 см равный по ширине направляющей балке. После завершения кладки свода на опалубке для ее извлечения верхний клин вышибается с помощью молотка, обеспечивая равномерную осадку опалубки. После осадки опалубка перемещается по направляющим на следующую захватку с помощью лебедки, устанавливаемой в конце возводимой конструкции. Блок опалубки поднимается либо с помощью домкратов, либо краном и устанавливается на клинья. Цикл повторяется.

Для подбора опалубочной системы установим параметры возводимой конструкции. Протяженность свода и размер пролета равны метрам. Расход пиломатериалов на изготовление блока опалубки длиной два метра (табл. 1) и трудозатраты (табл. 2).

Таблица 1

Потребность в материалах

№	Элементы конструкции	Материал	Ед.изм.	Кол-во.
1	стойки	доска 150×40	п.м.	24.69
2	верхний пояс	доска 150×40	п.м.	37.68
3	нижний пояс	доска 150×40	п.м.	24
4	палуба	фанера 21мм	м ²	37.68
	Итого	доска	п.м.	87
		фанера	м ²	37.68

Таблица 2

Затраты труда на 1 блок

№	Наименование процесса	Ед. изм.	Объем	ЕНиР	Н _{вр.} , чел.-ч.	Затраты труда, чел.-ч.
1	острожка досок	100 м	0.38	6-44	2.4	0.91
2	распиловка досок	100переп.	0.46	6-46т3	1.5	0.69
3	врубка	шт.	2	6-51	0.29	0.58
4	обшивка фанерой	м ²	37.68	6-52	0.08	3.01
	Итого					5.2

Для изготовления сплошной опалубки свода, длиной 6 метров требуется 15,6 чел.-ч., блок передвижной опалубки изготавливается дли-

ной 2 метра и имеет в три раза меньшую трудоемкость, но дополняется операциями по перемещению опалубки ($0,55 \text{ чел.-ч./м}^2$) - 6,6 чел.-ч. [6]. Таким образом, трудоемкость опалубочных работ для передвижной опалубки меньше на 25%. С увеличением протяженности свода на длину одного опалубочного блока эффективность передвижной опалубки будет расти в среднем на 15-18%. Так же нельзя забывать фактор безопасности труда рабочих и организации рабочего места плотников. При использовании сплошной опалубки периодически невозможно доставить целую собранную конструкцию на горизонт. Поэтому монтаж производят по блочно, монтируя два блока на расстоянии равном их длине, что вынуждает плотников производить обшивку палубы смежного участка непосредственно на горизонте работ.

Различные типы опалубок применимы для разных сводов, но ни одна из них не является оптимальной. Большинство конструкций изготавливаются исключительно под один объект и не могут использоваться в дальнейшем. В связи с этим необходимо дорабатывать конструкцию опалубки или внедрять безопасные технологии возведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Щеренцис А.А.* Тонкие кирпичные своды. – М.: Издательство академии архитектуры СССР. 1945.
2. *Бернгард В.Р.* Арки и своды. Руководство к устройству и расчету арочных и сводчатых перекрытий. Санкт-Петербург: Типография Ю.Н. Эрдих. 1901.
3. Технология производства каменных работ: Пособие для застройщиков. – М.: Стройинформ, 2008. – 272 с.
4. *Галкин И.Г., Чепыженко А.В.* Каменные работы. М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1952.
5. *Левинсон А.Е.* Высокопроизводительные методы кирпичной кладки. М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953.
6. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Е-3 Каменные работы. ГОССТРОЙ СССР, 1986.
7. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Е-6 Плотничные и столярные работы в зданиях и сооружениях. ГОССТРОЙ СССР, 1986.

"БЕРЕЖЛИВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО" КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

В данной статье рассматривается один из инновационных методов управления строительным процессом, а именно «Бережливое строительство».

Этот метод позволяет менеджеру на начальном этапе сформировать план-график проекта, в котором будет прописана последовательность выполнения работ на строительной площадке.

Это описание должно включать в себя четкое описание каждой задачи, точное описание требуемых ресурсов и подбор наилучших технологий. Такой подход к выравниванию строительного процесса позволяет сократить продолжительность и стоимость строительства в целом.

В сфере строительства, как и в других отраслях, существуют проблемы, которые не дают быстро развиваться. Одной из главных проблем в строительной отрасли является ее сильное отставание в области внедрения инновационных методов управления. Существует ряд хронологических проблем, которые можно разделить на несколько групп:

- использование материалов низкого качества;
- несоблюдение техники безопасности, охраны труда;
- низкоквалифицированный персонал;
- приостановка работ из-за недостатка ресурсов;
- несоблюдение сроков строительства, статьи расходов и др.

Одним из главных методов, который помогает эффективно использовать имеющиеся ресурсы, можно назвать "Бережливое производство". Основным принципом является повышение конечной ценности продукта.

Данная концепция была придумана в середине 20 века Тайити Оно, японским инженером и председателем совета директоров компании Toyota. Он решил проанализировать японское и американское автомобилестроение, так как производительность американца была выше, чем японца при одинаковых составляющих производства. После проведения анализа Тайити Оно удалось выделить 7 основных потерь, влияющих на качество выполнения работ:

1. перепроизводство - избыточная выработка продукции;
2. потери при транспортировке - ненужная транспортировка материалов;
3. активность- движение людей или оборудования, которое не добавляет ценности продукту;

4. ожидание - перерывы в работе, связанные с ожиданием материалов, оборудования;
5. постобработка - дополнительное усилие, которое не добавляет ценности продукции;
6. излишние запасы - избыточное поступление сырья на производство;
7. дефектный продукт - продукция, требующая проверки, сортировки, утилизации, замены или ремонта.

Это исследование положило начало развитию концепции Lean Production. Тайити Оно постарался эффективно использовать возможности имеющихся ресурсов в процессе производства, а также сократить операции, которые не влияют на конечную ценность продукта. Этот подход позволил снизить конечную стоимость продукта и уменьшить его производственный цикл.

Изначально этот метод использовался лишь для автомобилестроения, но в дальнейшем бережливое производство адаптировалось под множество различных отраслей. Концепция такого подхода к производству послужила базой для создания метода бережливого строительства.

Первым, кто предложил использовать концепцию бережливого производства в строительной сфере, был Лаури Коскела, финский специалист. Тем самым он положил начало развитию метода бережливого строительства. Сейчас LeanConstruction, или бережливое строительство, является быстроразвивающимся направлением менеджмента в строительстве.

Основная идея заключается в применении систематических методов по снижению потерь на всех этапах строительного цикла объектов недвижимости.

Вспомогательным инструментом бережливого строительства является The Last Planner System. Она рассматривает процесс «снизу вверх». Она охватывает лишь одну рабочую неделю, но это позволяет повысить качество строительно-монтажных работ, уменьшить количество брака, сократить затраты и сроки проведения работ.

Концепция бережливого строительства начинается с подготовки план-графика проекта. Отличительной особенностью данного подхода является то, что весь цикл проектирования просматривается «с конца». То есть уже на начальном этапе определяются временные рамки строительства в целом, начиная с подготовки проектной документации до начала эксплуатации объекта, и от этой даты начинает формироваться план всех работ. Это позволит избежать простаивания бригады, выполняющей работу на критическом пути. Работа на критическом пути

главным образом отображает самую длинную по срокам цепочку работ, длительность которых определяется с высокой точностью, а каждая следующая операция начинается лишь после завершения предыдущей.

После составления плана приступают к классификации потерь, определяемых на основе анализа план-графика. Менеджеры могут проконсультироваться с рабочей бригадой для получения более полной информации о процессах, выполняемых на каждом этапе.

Если долгосрочный график составлен верно, с учетом всех особенностей выполняемых работ, то это позволит своевременно фиксировать факт их исполнения или задержки. В дальнейшем, это поможет генеральному подрядчику учесть все возможные простои в плане по выполнению той или иной операции. Именно это и отражает главный принцип систем Lean – постоянное совершенствование графика по выполнению работ. Это подразумевает, что все проблемы должны быть выявлены и сразу решены во избежание их повторного возникновения.

Освоение данной концепции в России началось относительно недавно, но можно уже выделить ряд фирм, которые успели применить ее на практике, например: ГК «Росатом» и «Главстрой». Так, можно сказать, что этот подход использовался при строительстве «Калининской АЭС» и «Ростовской АЭС».

В заключении можно сказать, что система Lean является высокопроизводительным подходом реализации масштабного строительства. Применяя систему бережливого строительства, компания не только может избежать перерасхода объема средств, но и уменьшить сроки строительства. Поэтому актуальность данной системы не вызывает сомнений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Черных Е. А.* Организация строительного производства: бережливый подход // Менеджмент качества. 2010. № 01 (09).
2. *Дикман Л. Г.* Организация, планирование и управление строительным производством. М.: Изд-во «Высшая школа», 1976.
3. *Черных Е. А.* Применение принципа потока в бережливом строительстве // Менеджмент качества. 2010. № 02 (10).
4. ГОСТ Р 56404 — 2015 «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО Требования к системам менеджмента»

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Определяя понятие «плотной городской застройки», как застройку селитебной территории в условиях попадания близ расположенных зданий, сооружений и линейно-протяженных объектов в зону влияния нового строительства или реконструкции, непременно стоит выделить ряд факторов, затрудняющих производство строительных работ.

Возведение зданий в условиях плотной городской застройки предполагает наличие следующих дестабилизирующих факторов:

- пространственные препятствия на строительном объекте и на территории, располагающейся непосредственно возле строительной площадки;

- размеры пространства стройплощадки ограничены по ширине, высоте, протяженности и глубине, что, в свою очередь, ограничивает места размещения строительных машин, проездов для транспортных средств, бытового городка, складов и т.д.;

- повышенная опасность для работников стройплощадки и проживающего рядом со строящимся объектом населения.

Влияние на строительство первых двух факторов возможно нивелировать с помощью существующей нормативной документации, регламентирующей порядок действий строителей практически при любых сложившихся ситуациях.

Третий фактор не обеспечен управляющим аппаратом нормативно-технической базы, следовательно, оказывает наибольшее дестабилизирующее влияние, неравномерно, на протяжении всего процесса строительства.

Из определения плотной городской застройки можно сделать вывод о том, что в условиях стесненной строительная площадка неизбежно располагается рядом с уже готовыми объектами, преимущественно, это жилые и общественные здания.

Жители домов, близко расположенных от строительных площадок, оказываются под влиянием пагубных факторов строительного производства: шума; вибраций; вредных веществ (пыли, выхлопов от строительной техники итд.); освещенности.

Существует нормативная документация, регламентирующая максимально допустимое влияния представленных факторов на человека,

например: освещенность - СНиП 11-4-79; уровень вибрации - ГОСТ 12,1,012-78; уровень шума - ГОСТ 12.1.003-83, температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, наличие пыли, газа - ГОСТ 12.1.005 - 84. В Российской Федерации Федеральным законом № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 года «О техническом регулировании» были разграничены понятия «технический регламент» и «стандарт», в связи с чем все указанные ГОСТ утратили обязательный характер и применяются добровольно.

На сегодняшний день практически нет необходимой документации, которая регламентировала бы организацию работ на строительной площадке.

Этот факт предоставляет возможность подрядчикам организовывать мероприятия, направленные на уменьшение влияния вредоносных факторов строительного производства на окружающую среду по своему усмотрению, или не организовывать эти мероприятия вовсе. В частности, когда дело касается выбора механизации, то чаще всего, выбирается техника, создающая повышенную звуковую и экологическую нагрузку, и при этом на стадии проектирования нет возможности никаким образом доказать, что данное оборудование не может быть использовано.

Чтобы понимать глубину проблемы, стоит рассмотреть влияние каждого из вышеперечисленных факторов на организм человека, вынужденного находится в непосредственной близости от влияния строительной площадки.

В соответствии с санитарными нормами, уровень шума около зданий в дневное время не должен превышать 55дБ, а ночью – 45дБ, в квартирах – соответственно 40дБ и 30дБ. Допустимым уровнем шума, который не наносит вреда здоровью даже при длительном воздействии, принято считать 55 дБ (звук громкого разговора), однако, уровень шума при производстве работ на строительных площадках сложно назвать эквивалентным шуму от громкого разговора.

Например, звук отбойного молотка достигает 120 дБ, уже при уровнях звука свыше 160 дБ возможен разрыв барабанных перепонки и легких, смертельным является уровень шума в 200 дБ. Длительное воздействие уровня шума, превышающего нормы, на организм вызывает притупление слуха, ларингиты и т.д.

В крупных городах количество строительных площадок только увеличивается, возводятся новые здания, реконструируются старые, отсюда и статистика, по данным департамента природопользования и охраны окружающей среды, по сравнению с 2015 годом, в 2016 году на 21% увеличилось число жалоб на превышение уровня шума в ночное время, в основном, от строительных площадок.

Вибрации, оказывающие длительное воздействие на организм человека, возникающие при производстве строительных работ приводят к так называемой «вибрационной болезни», симптоматика которой отражается на нервной и опорно-двигательной системе, так как гасится вибрация благодаря эластическим свойствам мышц, связок, хрящей.

Наибольший уровень вибраций и шума возникает при вибропогрузке свай и шпунтовых ограждений, а также при использовании пневматических инструментов и д.р.

При длительном вдыхании пыли, возникающей, например, при электросварочных работах, а также нахождение в загазованной среде приводит к поражению органов дыхания и становится причиной таких заболеваний как: пневмокозиозы, острые и хронические отравления, пневмосклерозы, поражения слизистых оболочек, опухоли на коже, отмечаются симптомы удушья, обостряются легочные и нервные заболевания, бронхиальная астма.

Отдельно стоит отметить, что отсутствие плотных штор у жильцов зданий, расположенных близ строительных площадок, обеспеченных освещением, обрекает их на приобретение хронической усталости, и учащение случаев заболеваний, так как в полной темноте вырабатываются мелатонин и кортизол, отвечающие за расслабление и восстановление организма после рабочего дня, без полного восстановления организм ослабевает.

Согласно ст. 21 Конституции Российской Федерации ист.5 Всеобщей декларации прав человека, жизнь людей неприкосновенна, и не должна подвергаться, даже, непредумышленному вреду.

Для обеспечения безопасности жизни и здоровья людей, проживающих в зоне влияния строительных площадок, необходимо ввести в рамки обязательных нормативные документы, регламентирующие максимально допустимые уровни влияния вредных факторов строительного производства на окружающую среду, а также, разработать в рамках данных нормативных документов перечни мероприятий по минимизации образования перечисленных вредоносных факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ТР от 01.01.2002. Организационно-технологический регламент строительства (реконструкции) объектов в стесненных условиях существующей городской застройки.

ДОМА ИЗ «КУБИКОВ» ПАЗОГРЕБНЕВЫЕ ПЛИТЫ И БЛОКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В настоящее время все большей популярностью в строительстве пользуются материалы и изделия, при производстве которых используются натуральные составляющие; обладающие прочностью, надежностью и легкостью в применении. Одними из таких изделий являются пазогребневые плиты и блоки.

Пазогребневые плиты и блоки - это бетонные или гипсовые строительные материалы в виде «пазла», имеющие в своей конструкции «паз» и «гребень», благодаря которым упрощается процесс кладки, а также усиливаются прочностные характеристики возводимой конструкции. Данные строительные материалы также обладают ровной, гладкой поверхностью, которая не требует дополнительного оштукатуривания.

Пазогребневые блоки используются как для несущих ограждающих конструкций (стеновые), так и для межкомнатных перегородок (внутренние).

Для первых плиты или блоки выполняют в виде сэндвич-панелей "бетон-пенопласт-керамзитобетон". Такие панели предпочтительно использовать либо в малоэтажном строительстве, либо в многоэтажном строительстве с каркасом. К основным характеристикам данных изделий относятся: теплостойкость, морозоустойчивость и огнеупорность. Они не требуют дополнительного армирования и имеют хорошую звукоизоляцию.

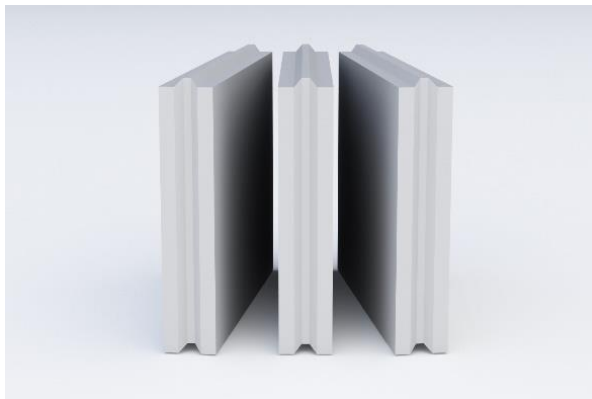


Рис.1. Пазогребневая плита

Для вторых блоки изготавливаются на основе вяжущего компонента в виде гипса с применением специальных добавок. Пазогребневые гипсовые блоки выпускаются стандартные и влагостойкие. Они могут быть цельными, либо пустотелыми, различных размеров и прямоугольной

формы. Влагостойкие (гидрофобизированные) блоки чаще всего применяются в помещениях с повышенной влажностью (ванные комнаты, санузлы). Данные изделия обладают таким свойством, как поддержание оптимального температурного режима. Они не горючи, а также являются хорошим изолятором. Они экологически чисты и безвредны для здоровья человека.

На сегодняшний день пазогребневые плиты можно приобрести только одного, стандартного, размера: 667×500×80 мм(100 мм). Однако это отнюдь не означает, что все такие плиты имеют идентичные технические характеристики. Рассмотрим основные сходства и отличия в характеристиках пазогребневых блоков и плит.

Общее количество в поддоне, кв. м. и куб. м. – 32, 3 и 37,5 штук соответственно; плотность – не больше 1350 кг/куб. м.; предел прочности при сжатии и изгибе – 50 кгс/кв. см и 24 кг/кв. см соответственно.

Различное: вес одной плиты – у полнотелых вариантов он естественно больше – 28-30 кг против 25-26 кг; степень водопоглощения – у влагостойких вариантов составляет не более 5 процентов, а у всех остальных – 30-35 процентов; индекс изоляции воздушного шума – у пустотелых плит на 2 дБ меньше – 41 против 43 дБ.

Процесс монтажа включает следующие этапы работ:

подготовку основания; выполнение разметки положения перегородки на полу; перенесение разметки на стены и потолок с помощью отвеса; удаление гребня у плит первого ряда; нанесение шпаклевки на размеченное положение перегородки; установку плиты первого ряда;



Рис.2. Монтаж пазогребневых блоков

проверку уровня ровности укладки; монтаж плит последующих рядов с добавлением клея в вертикальный торцевой паз; отделку полученной поверхности.

Прогресс, как известно, не стоит на месте. Рынок строительных материалов и изделий из них постоянно пополняется интересными новинками. Так летом 2014 произошла революция на рынке производства «строительных пазогребневых блоков. Компания «Kite Bricks» объяви-

ла о разработке абсолютно нового продукта под названием «Smart Brick».

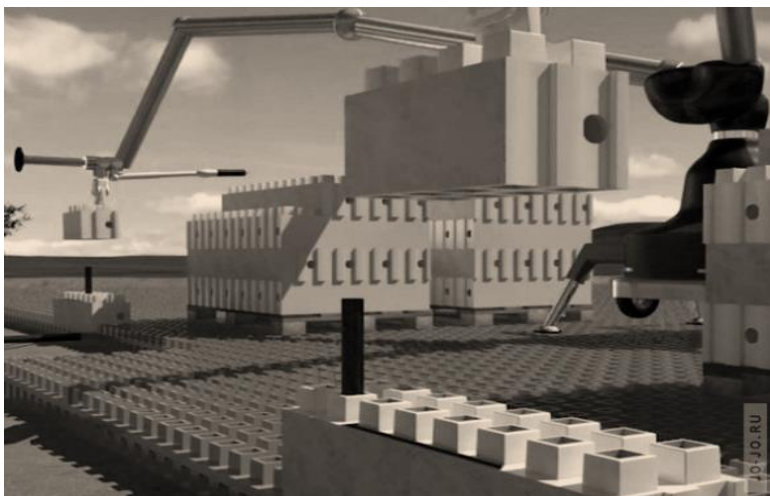


Рис.3. Smart Bricks

Они выполнены из бетона высокой прочности. Отличительной особенностью блоков является их конструкция. Каждый блок имеет внутренние воздушные полости, которые можно использовать в качестве дополнительной теплоизоляции, а также для прокладки любых инженерных коммуникаций.

По форме новые «кубики» напоминают нам не что иное, как известный во всем мире конструктор LEGO. Верхняя часть каждого кирпича обладает рядом «кнопок», которые должны четко вставляться в пазы, расположенные в нижней части аналогичного блока. Дополнительное крепление обеспечивается специальной липкой двусторонней лентой (тип 3М VHB), что дает возможность обойтись без цемента при монтаже. Жесткость, которой обладает железобетон могут обеспечить прутья, продетые в специальные каналы кирпичей. Также отсутствует необходимость в финишной отделке поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 6428-83 «Плиты гипсовые для перегородоктехнические условия ГОСТ»
2. Каталог продукции KNAUF, 2015.

АЛМАЗНАЯ ТЕХНИКА. ДЕМОНТАЖ КОЛОННЫ С ПОМОЩЬЮ КАНАТНОЙ СИСТЕМЫ

Алмазная техника – это ряд инструментов и оборудования, применяемых для резки, сверления и шлифовки железобетона, бетона, асфальта, каменной кладки и др. минеральных материалов. Технология алмазной резки получила широкое распространение относительно недавно, и сейчас алмазное оборудование активно используется в строительстве, ремонте, демонтаже строительных конструкций.

В настоящей статье рассматривается демонтаж колонн.

Демонтаж колонн, чаще всего, производится по следующим причинам:

- требуется ремонт фундамента или перекрытия;
- изменение конструктивно-планировочных решений зданий и сооружений;
- износ колонны и необходимость ее замены;
- колонна мешает при проведении других строительных работ

Существует несколько способов демонтажа колонн:

- с использованием оборудования канатного резания;
- с применением дисковых стенорезных машин;
- при помощи отбойных молотков или гидромолота;
- взрывным способом



Рис. 1. Дисковая стенорезная машина

Задачи, решаемые с помощью алмазной техники практически безграничны. Отсутствие вибродинамических нагрузок, способствующих образованию трещин и сколов, и высокая точность выполняемой работы позволяет производить демонтаж без вреда для окружающих конструкций. Особенностью канатных пил и стенорезных машин является их

модульность - отдельные части оборудования имеют малый размер и вес (не более 30 кг), что позволяет облегчить монтаж/демонтаж на месте производства работ и использовать их в труднодоступных местах.

Стенорезные машины. Дисковые стенорезные машины являются наиболее распространенной строительной техникой, с помощью которой осуществляется быстрая резка большого спектра тяжёлых строительных материалов. Работы могут выполняться в горизонтальном, вертикальном положении, а также на потолке и, при необходимости, под углом.

Диаметр режущих дисков может достигать до 2200 мм, что дает возможность производить резку на глубину до 1000 мм. За счет того, что машина движется по надёжно закреплённому рельсу-направляющей, срез получается идеально ровным, точным, не требующим никакой дальнейшей обработки. Все перемещения исполнительного инструмента производятся при помощи дистанционного пульта управления, что позволяет проводить работы безопасно и под постоянным контролем оператора.



Рис. 2. Алмазный канат

Канатные пилы. Алмазный канат представляет собой стальной трос с расположенными на нем алмазными втулками, а сама работа выполняется посредством канатного автомата с двигателем и системой роликов, управляющих движением каната. Канатные пилы могут выполнять работу без постоянной подачи воды (применяется гальванический канат), а также имеют возможность резания стали и высокоармированного бетона. Достаточно получить доступ к поверхности конструкции только с одной стороны, чтобы приступить к работе.

В некоторых видах строительных работ не существует альтернативы канатным пилам. Например, при необходимости уменьшить высоту возводимой опоры моста или опорной колонны не могут применяться методы, которые осуществляют разрушение при помощи виброударов или гидравлических клиньев, поскольку в первом случае удары нанесут

вред целостности и прочности всей колонны, а во втором не будет возможности выполнить ровный срез. Учитывая режущие характеристики алмазов, можно воспользоваться канатной пилой при необходимости демонтировать или обрезать до требуемого размера стальные конструкции (швеллер, балка, литая опора). Самые производительные канатные системы имеют запасовку каната от 7,5 до 15 метров, что даёт возможность выполнять рез достаточно крупных конструкций.

Последовательность производства работ. Замену колонн внутри здания производят с предварительным переопиранием ферм, установленных на оголовки демонтируемой колонны, на временные стойки. Их подводят под дополнительно создаваемые узлы опирания в нижних поясах ферм вблизи основных опорных узлов. Далее проводится разметка резов, ограждение опасной зоны и установка алмазной пилы.

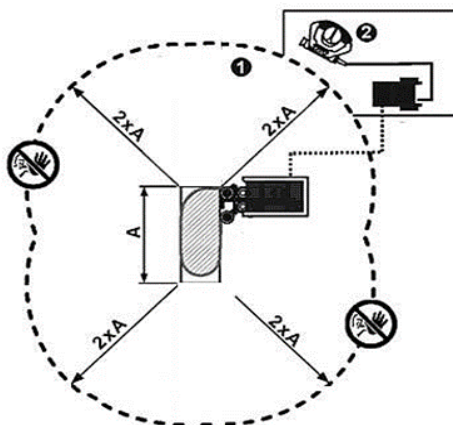


Рис. 3. Последовательность производства работ: 1. Опасная зона; 2. Рекомендуемая рабочая зона

В помещении с отделкой необходима полная изоляция места производства работ плотной пленкой, чтобы защитить предметы интерьера, настенные и напольные покрытия от шлама и пыли.

Во время работы с алмазными канатными пилами, острые края колонн могут привести к трещинам или повышенному износу каната, поэтому перед резанием все края нужно скруглить на радиус не менее 10 см. Также, до начала пиления, на углах колонны необходимо устройство направляющей канавки, для предотвращения смещения алмазного каната с заданного направления. После укладки алмазного каната обеспечивают исправную подачу воды (нехватка охлаждающей воды ведет к разрушению инструмента) [3].

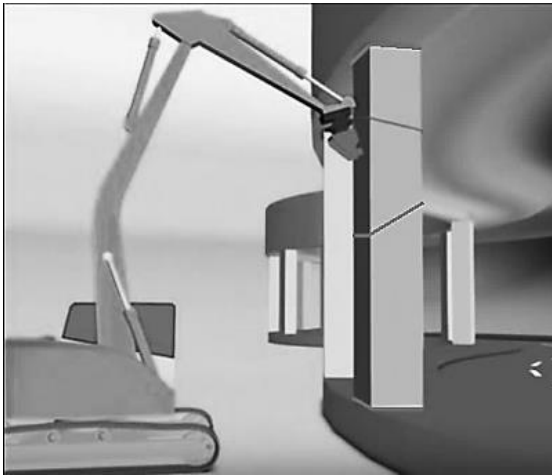


Рис. 4. Выполнение пропила в трёх местах

Пропилы обычно выполняются попеременно в трёх местах: нижней, средней и верхней части. Для упрощения извлечения нижней и верхней секции, в средней части колонны рез выполняется под углом. Затем, во избежание соскальзывания, этот участок фиксируется металлическими уголками.

После выполнения последнего реза, уголки удаляют, и части колонн поочередно демонтируются краном. Если условия реконструкции не позволяют использовать краны, применяют блоки, полиспасты, лебедки.

На практике, если колонна имеет толщину более 30 см, то демонтаж алмазной техникой будет наиболее выгодным вариантом выполнения работ. Стоимость будет довольно высокой, но выполнить тяжелую работу в кратчайшие сроки при помощи данного оборудования будет намного выгодней.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов М.Н., Латидус А.А.*, "Современные технологии реконструкции гражданских зданий" М.Издательство АСВ, 2014 г.
2. *Жадановский Б.В.* "Технология алмазной механической обработки строительных материалов конструкции", М.Стройиздат2004г.
3. Алмазное канатное резанье. Инструкции по безопасности. [Электронный ресурс]: www.tyrolit-expert.ru
4. *Кулепак О.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции».

РЕМОНТ И УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ИНЪЕКТИРОВАНИЯ

Введение

Среди наиболее популярных современных способов восстановления и ремонта бетонных поверхностей является инъектирование бетона.

Эта технология является совершенно новым подходом к ремонту бетона, при таком способе выполняется упрочнение и восстановление бетона при помощи современных полимерных материалов без проведения капитальных ремонтных работ, в отличие от традиционных методов ремонта, при которых производится замена поврежденного участка бетонной конструкции на новую бетонную деталь.

Технология ремонта методом инъектирования заключается в том, что пустоты, трещины и щели, образовавшиеся при разрушении бетонных конструкций, заполняются полимерными материалами

Места проявления напорных течей в здании ГЭС

Под воздействием напора воды в помещениях здания ГЭС, а именно производственных помещениях, цементационной галерее (потерна), дренажной галерее (потерна), мокрой потерне, смотровой шахте верхнего бьефа, смотровой шахте нижнего бьефа, соединительной галерее возможно появление напорных течей воды через бетонные конструкции, такие как верховые напорные стены машинного зала, верховые напорные стены производственных помещений, низовые напорные стены.

Часть конструкции с верхнего нижнего бьефов работают в условиях переменного уровня воды, и вследствие этого внешние зоны бетона подвергаются временному воздействию увлажнения и высыхания.

В районах с резкоконтинентальным климатом условия “работы” бетона осложняется одновременным многократным воздействием влаги и отрицательной температуры, вследствие чего происходит разрушение защитного слоя бетона с ослаблением рабочей арматуры.

Материалы для инъектирования

Основные требования к растворам инъектирования: - должны быть слабвязкими; - хорошо проникать в трещину; - не реагировать на температуры извне; - минимально усаживаться во время затвердевания; - обладать хорошей адгезией к разным материалам, в том числе к металлу; - не стареть; - не поддаваться коррозивным явлениям.

Заполнение пустот, полостей и трещин в железобетонных конструкциях, а также ликвидация напорных течей с применением полиуретановых материалов

При выполнении ремонтных работ в конструкциях зданий ГЭС возникает необходимость заполнения обнаруженных пустот, полостей и трещин. Данный вид работ производится с применением различных полиуретановых материалов.

Порядок выполнения инъекционных работ:

1. Установка инъекционного пакера (инъектора).

Инъекционный пакер – крепежное изделие, которое закрепляется в заранее пробуренном инъекционном канале и служит для подсоединения инъекционного оборудования. Тип соединения пакера: цапга, плоская масленка, муфта. Для предотвращения выхода инъекционного состава из строительной конструкции пакер оборудован обратным клапаном.

Требуется пробурить отверстия под углом - 45° к поверхности бетона для установки инъекторов, расстояние между отверстиями и отступ от края трещины должны составлять примерно половину толщины конструкции. Диаметр отверстий на 1-2 мм должен превышать диаметр инъектора. Например, при диаметре инъектора 13 мм диаметр отверстия должен составлять 14-15 мм

Далее требуется очистить отверстия сжатым воздухом или промыть водой под давлением от остатков бурения и установить первый (крайний по горизонтали или нижний по вертикали) металлический инъектор.

2. Заполнение полости.

После того как пробурены отверстия для инъектирования и напор воды в трещине или шве будет снижен, полость шва или трещины заполняется гидропломбами.

3. Подготовка оборудования для инъектирования

Перед смешиванием полиуретановых материалов необходимо проверить работоспособность насоса и провести промывку гидравлическим маслом в режиме циркуляции.

4. Выполнение инъекционных работ

При инъектировании происходит подача специального раствора под высоким давлением, это дает возможность составу проникнуть в каждую полость, пору, даже скрытую

Инъектирование производится до тех пор, пока не происходит резкого повышения давления в системе, или давление долгое время (2-3 минуты) не повышается, либо пока инъекционная смесь не начнет вытекать из соседнего инъектора.

Далее необходимо устанавливать следующий инъектор и продолжить процесс инъектирования полости.

Перед переходом на следующий инъектор необходимо произвести контрольное нагнетание в предыдущий.

5. *Заполнение полостей шпуров*

По завершении работы происходит удаление инъектора, а образовавшуюся после удаления инъектора полость заполняют растворной смесью.

6. *Очистка оборудования*

По окончании инъектирования оборудование необходимо промыть водой, а затвердевший и набравший прочность раствор можно удалить только механическим путем.

Вывод

Инъекции в бетон – новая, одна из самых эффективных технологий, которая позволяет отремонтировать объекты, устранить видимые и невидимые дефекты. Использование при инъектировании существующих технологий, материалов и оборудования позволяет добиться высокой эффективности устранения фильтрационных течей, лечение трещин, усиление фильтрационной прочности напорных железобетонных конструкций с использованием при выполнении инъекционных работ тонких цементов, цементно-полимерных смесей с высокой степенью проникновения, адгезией с инъектируемым бетоном с наличием применения высоконапорного насосного оборудования и плунжерных инъекторов.

В настоящее время имеется большая гамма материалов инъектирования, способных производить быстрое схватывание при устранении напорных течей в железобетонных конструкциях, таких, как напорные стены, здания ГЭС, напорные грани подпорных плотин, стены камер шлюзов и напорных водоводов.

Помимо всего прочего, имеется возможность инъектирования поэтапно, что сокращает сроки и повышает качество и контроль выполняемых работ. Также оно позволяет избежать капитального ремонта, что существенно экономит как время, так и средства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сосов Л.Н., Сопрыкин В.Ф.* Обследование несущих и ограждающих конструкций зданий с целью предупреждения аварийных разрушений. Промышленное и гражданское строительство. - 2002. - №10.
2. *Шагин А.Л., Бондаренко Ю.В., Гончаренко Д.Ф., Гончаров В.Б.* Реконструкция зданий и сооружений. Учеб. пособие для строит. спец. Вузов. - М.: Высш. шк., 1991.

БЕТОНИРОВАНИЕ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ. БЕТОНИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МЕТОДОМ «ТЕРМОСА»

В настоящее время занимают ведущее место железобетонные и бетонные конструкции. В условиях всесезонного строительства, большая часть годового объема монолитного бетона укладывается в условиях отрицательных температур окружающей среды, что в свою очередь вызывает ряд сложностей.

Обусловливается это пагубным влиянием замораживания бетона на ранней стадии твердения на его свойства и качество. Больше того, наряду с предохранением от замораживания, необходимо обеспечить высокие темпы нарастания прочности бетона. В современном производстве применяемый ряд методов зимнего бетонирования можно разделить на методы с применением внутренней энергии бетона) и на методы с внесением тепла.

Безобогревные методы - это метод термоса, тепляки и противоморозные добавки. Безобогревные способы базируются на консервировании тепла в бетоне после его укладки в конструкции в течение промежутка времени, достаточного для приобретения им необходимой прочности, при которой замораживание не может оказать вредного влияния на качество (железобетона). Оно складывается из выделенного при гидратации и внесенного в бетон тепла при его изготовлении (подогрев воды и заполнителей).

Рассмотрим наиболее экономичный и эффективный метод «Термоса». Успешное применение метода термоса зависит от массивности возводимой конструкции (модуля поверхности), температуры бетонной смеси при укладке, активности цемента и от эффективности теплозащиты. Он может быть использован во время умеренных и недолгих, по времени, морозов [2].

Суть метода «термоса» заключается в создании бетону благоприятных температурных условий, обеспечивающих достижение к моменту остывания поверхностных слоёв конструкции до 0°С как минимум «критической» прочности. Для достижения этой цели используются тепло, внесённое в бетонную смесь при её изготовлении, и тепло, выделенное в бетоне вследствие гидратации цемента за период остывания. При этом, как опалубка, так и не опалубленные поверхности конструкции утепляются в соответствии с расчётом.

Разогрев бетонной смеси осуществляется за счёт использования подогретой воды (в отдельных случаях подогретых заполнителей).

Цемент не подогревается. В зависимости от вида и марки цементы по-разному реагируют на высокую температуру. А именно, цементы высоких марок и с малым количеством добавок (портландцементы и высокомарочные ШПЦ), плохо переносят высокую температуру (ускоряется схватывание и загустевание теста, имеют место потери прочности). Поэтому СНиПом регламентируются максимальные температуры составляющих и бетонной смеси в зависимости от типа и марки применяемого цемента (табл. 1)

Таблица 1

Максимально допустимые температуры разогрева бетонной смеси при ее приготовлении

Вид и марка цемента	Максимальная температура, °С	Допустимая температура, °С
	воды	бетонной смеси
ПЦ, ШПЦ, ППЦ марок ниже 600	70	35
БТЦ и ПЦ марки 600 и выше	60	30
Глиноземистый цемент	40	25

Метод «Термоса» наиболее эффективен для конструкций, располагающихся в грунте. В этих случаях, во-первых, отсутствует продуваемость конструкции ветром, уменьшается «съём» тепла с поверхности бетона; во-вторых, создаются возможности для уменьшения интенсивности остывания бетона, вследствие уменьшения разности температур между бетоном и окружающей средой, так как грунт, находящийся ниже уровня промерзания, имеет положительную температуру.

Назначение параметров выдерживания бетона методом «термоса».

При проектировании термосного выдерживания бетона исходят из условия получения им к моменту остывания поверхностных слоев конструкции до 0°С как минимум «критической прочности».

Для проектирования термосного выдерживания бетона используется формула Б.Г. Скрамтаева:

$$\tau = \frac{V \cdot (C_b \cdot \gamma_b \cdot (t_{б.н.} - t_{б.к}) + Q \cdot \epsilon) - \sum_{i=1}^n V_i \cdot C_i \cdot \gamma_i \cdot \Delta t}{3,6 \cdot K \cdot F \cdot (t_{б.сп.} - t_{н.в.})}, \text{ час}$$

Основное влияние оказывает конструктивное решение опалубочной системы, а также общий коэффициент теплоотдачи К. Поэтому проек-

тирование метода термоса необходимо осуществлять в следующей последовательности [1]. Определить $t_{б.н.}$, используя все возможные пути уменьшения потерь тепла бетонной смесью на всех переделах. Определить $t_{б.ср}$.

Затем, по графикам или таблицам увеличения прочности бетона при разных температурах определить требуемую продолжительность его выдерживания (τ) при $t_{б.ср}$ для получения требуемой прочности. После этого, используя формулу Б.Г. Скрамтаева подставляя все уже имеющиеся данные установить требуемый коэффициент теплоотдачи опалубочной системы, обеспечивающий установленную продолжительность остывания бетона до 0°C (τ).

По величине K подбирают конструкцию опалубочной системы по имеющимся таблицам или конструируют самостоятельно, используя формулу определяя K и величины теплопроводности различных материалов. Затем проводят проверочный расчет. Вместе с положительными факторами этот метод обладает и существенными недостатками. К ним можно отнести следующее: низкая температура бетона, существенные потери при транспортировании, необходимость длительного промежутка времени для набора требуемой прочности, ограниченность использования его для тонкостенных конструкций, неравномерность распределения температурных полей.

Проанализировав данный метод и подведя итог, мы можем сказать, что успешное применение метода термоса зависит от размеров возводимой конструкции (модуля поверхности), температуры бетонной смеси при укладке, степени гидратации цемента, а также от эффективности теплозащиты. Он может быть использован во время умеренных и недолгих, по времени холодных морозов.

При использовании метода “Термос” немалой угрозой является вымораживание жидкости из бетона, что оказывает пагубное влияние на прочностные характеристики бетона. Использование метода термоса одним из самых выгодных и менее трудозатратных, однако, его целесообразно применять для монолитных конструкции с модулем поверхности $M_n < 11\text{м}^{-1}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Копылов В.Д.* Технология Строительства. Устройство монолитных бетонных конструкций при отрицательной температуре среды. // Изд-во Ассоциации строительных вузов (2014).
2. *Головнев С.Г.* Технология зимнего бетонирования. Оптимизация параметров и выбор методов // изд-во ЮУрГУ. 1999. С. 148

*Студент 3 курса 22 группы ИСА Танов В.А.
Научный руководитель – асс. А.О.Хубаев*

УНИКАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЯ «БУРДЖ ХАЛИФА»

Дубай – город в небесах, поражающий воображение своими небоскребами, крупными торговыми центрами, отелями. Один из таких небоскребов – «Бурдж Халифа», достигающий рекордной высоты 828 метров. Эта башня обладает уникальной формой, напоминающей сталагмит – натечное минеральное образование.



а



б

Рис. 1. Схожесть форм в природе и цивилизации
а) сталагмит,
б) небоскреб в Дубай «Бурдж Халифа».

Внешний вид здания ассиметричен, что помимо эстетического эффекта носит еще и функциональный характер - секции «Бурдж Халифа» выполнены таким образом, что, обдувая каркас, ветер не создает единого потока, а распадается на вихри, которые движутся с различной скоростью. Это значительно повышает устойчивость.

Фундамент

Важным этапом в разработке конструкции стало возведение фундамента, адаптированного к структуре местного климата и грунта.

При строительстве незакрепленного в скальном грунте фундамента «Бурдж Халифа» использовалось порядка 200 «висячих» свай длиной около 45 метров и диаметром 1,5 метра. Особенность «висячих» свай в том, что нагрузка от здания верхним слоем грунта передается через плиту, а нижним – посредством силы трения между поверхностями грунта и свай.

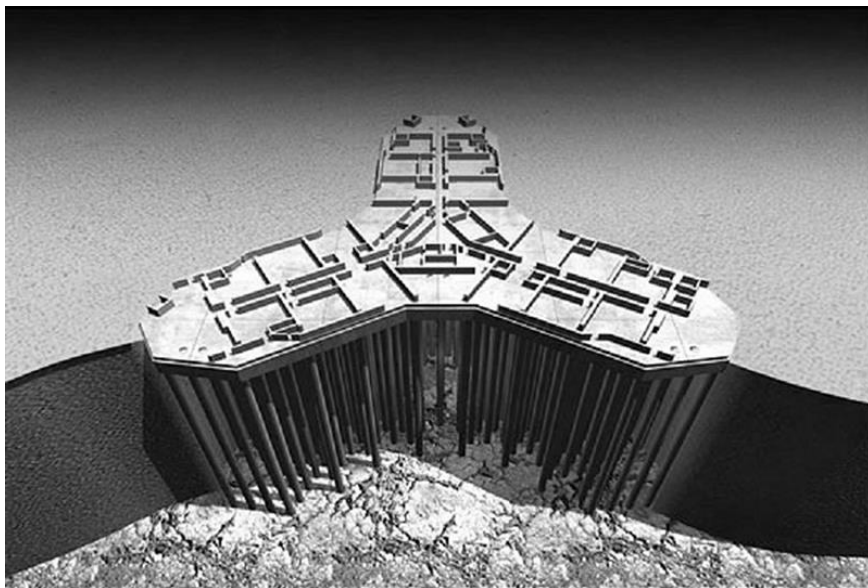


Рис. 2. Фундамент небоскреба «Бурдж Халифа»

Жаркий климат Арабских Эмиратов неизбежно влияет на прочность конструкций. Поэтому для «Бурдж Халифа» была специально разработана марка бетона, выдерживающая температуру окружающей среды до 50 градусов по Цельсию. Кроме того, бетон укладывали исключительно ночью, а в раствор добавляли лед.

В Дубае бурить сложно, но еще сложнее, когда бур извлекается из породы, т.к. порода насыщается влагой и неизбежно обваливается. Для того, чтобы решить это проблему, инженеры применяли материал космической эры – вязкую жидкость, которая состоит из молекулярных цепочек, образующих при контакте с водой длинные волокна. Это зна-

чительно повышает вязкость породы и предотвращает обрушение скважины.

Каркас и внешняя отделка

В каркас здания входит более 30 тысяч тонн стали, при этом металл внедрен в искусственный камень. К каркасу крепятся стены секциями высотой до двух этажей.

Панели стен жесткие, но соединения между ними подвижные. Они позволяют каждой секции расширяться и сжиматься под воздействием высоких температур окружающей среды и адаптироваться к изменениям.

Наружная отделка здания выполнена тонированными стеклянными термопанелями, что уменьшает нагрев воздуха в помещениях и снижает весьма жесткие требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха.

Особенности возведения

Ежедневно на строительстве делового центра было занято до 12 тыс. рабочих и специалистов. На возведение здания делового центра пошло около 320 тыс. м³ бетона и более 60 тыс. т арматуры.

До 160-го этажа здание возводилось из монолитного железобетона, далее осуществлялась сборка 180-метрового металлического шпиля. Впервые здесь была применена технология автоматической подачи бетонной смеси бетононасосами на высоту 600 м.

Стоящий на плечах прежних исторических чудес инженерии «Бурдж-Халифа», стал воплощением концепции будущего подобных строений и будет являться величайшим небоскребом мира до тех пор, пока кто-то не построит еще выше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *База знаний «Allbest»* [Электронный ресурс]. URL: http://knowledge.allbest.ru/construction/3c0a65635a2ac79a4c53b89421216d37_0.html.
2. *«Википедия» свободная энциклопедия* [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B4%D0%B6-%D0%A5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%84%D0%B0>
3. *Информационный портал «Allaboutdubai» - Все о Дубае* [Электронный ресурс]. URL: <http://allaboutdubai.ru/category/>

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНАХ

Здания, построенные на склоне, со временем подвергаются опасности нарушения их устойчивости и прочности из-за возможных оползневых подвижек грунта.

Оползень – это перемещение образовавшегося оползневого тела по поверхности скольжения без потери контакта с несмещаемым ложем. Причины возникновения оползней различны: природные процессы, деятельность человека.

В современном мире в условиях недостатка свободной земли для строительства возникла потребность использования территорий, ранее не использовавшихся из-за развития и активизации в их пределах оползневых сдвигов. Во избежание негативного действия оползневых процессов, проводится комплекс мероприятий.

К пассивным мероприятиям относится:

1. Ограничения деятельности человека в районе оползневого склона, движения тяжелого транспорта, снижение скорости движения..
2. Сбор статистических данных об опасных геологических процессах (ОГП) и разработка строительных норм и правил на их основе.

К активным мероприятиям относится:

1. Устранение воздействий, приводящих к развитию оползней: создание дренажей, укрепление берегов, посадка лесов на склонах.
2. Установка сдерживающих свай, бурение скважин у подошвы склона для осушения и снижения уровня грунтовых вод.
3. Укрепление грунтов: замораживание, силикатизация, цементация.
4. Механический способ удаления оползня – вырезка и вывоз грунта оползня.

В последние годы появилось много новых способов укрепления откосов. Особое место занимают высокопрочные полимерные, металлические сетки и геоткани с повышенной коррозионной и атмосферной стойкостью. Для их возведения требуется значительно меньшая подрезка склона, позволяющая эффективно пропускать воду и использовать местный грунт. К таким способам укрепления грунта относятся: 1. технология Терре Арме (сочетание уплотненной насыпи и геосинтетической ленты или арматуры, соединенные с облицовочными панелями. Конструкция, характеризуется отсутствием консольных нагрузок, высокой дренирующей способностью, распределением и снижением напряжений по всей высоте грунтового массива); 2. торкретирование

(струйное нанесение бетонной смеси на поверхность откоса, предварительно армированную сеткой с анкерным креплением, в результате чего образуется прочная система «грунт-арматура-бетон», которая противостоит механическим нагрузкам и эрозии) 3. устройство зонтичных систем INCOFIL (фронтальный сетчатый экран с системой стальных траверс, образующих крест «андреевский» крест и центральной тяги, допускающей ограниченные повороты); 4. ячеистое бетонирование откосов. Это гибкая защитная структура, включающая георешетки ПРУ-ДОН, которые крепятся на откосе и между собой Г-образными анкерами; разделительную прослойку (только на подтапливаемой части откоса); заполнитель ячеек из плотного бетона; дополнительные элементы (упоры, устанавливаемые в местах вероятных размывов откосов, водоотводные лотки и др.)

В крупных мегаполисах проблема размещения гаражей и стоянок встает очень остро. Наиболее перспективным решением, по нашему мнению является освоение оползнеопасной территории для строительства подземного пространства (укладка коммуникаций, строительство стоянок) без снижения устойчивости склонов.

Первый способ укрепления оползневого склона - замена потенциального оползневого блока в приобвочной части коренного массива устойчивым подземным сооружением с помощью удаления соответствующего объема грунта в размерах оползневого блока с дренированием подземных вод и укреплением окружающих подземное сооружение грунтов (рис. 1). В таком подземном сооружении можно разместить многоуровневую стоянку автомобилей. Удаление грунта оползневого блока производится по размерам разгружающей выработки: длина $L \geq l$; ширина $B \geq b$; глубина:

$$H \geq h - 2c \cdot \operatorname{tg}(45 + \frac{\varphi}{2})/\gamma$$

где L , B и H - соответственно, длина, ширина и глубина разгружающей выработки (м),

l , b и h - соответственно, определенные длина, ширина и глубина оползневого блока;

c , ϕ и γ - соответственно, сцепление (кПа), угол внутреннего трения (град.) и удельный вес (кН/м³) грунта деформирующегося горизонта.

С помощью углубления выработки уменьшают бытовое давление на деформирующийся горизонт до значения его структурной прочности, затем производят удаление оползневых масс с верхней части склона, выравнивая оползневую террасу и исключая вероятность возникновения сдвигающих сил.

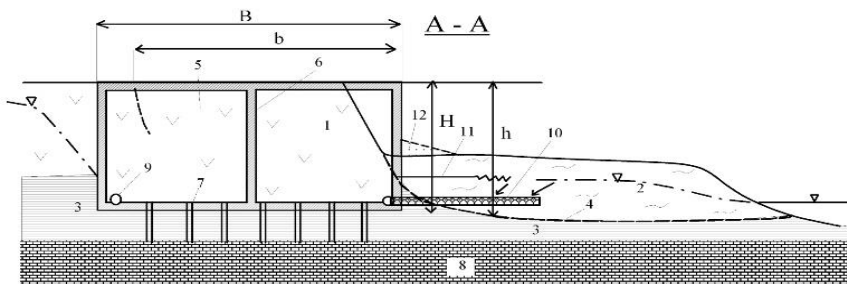


Рис. 1. Принципиальная схема укрепления оползневого участка: 1 – коренной грунтовой массив; 2 – тело оползня; 3 — деформирующийся горизонт; 4 – поверхность скольжения; 5 – глубокая горная выработка; 6 – подземное сооружение; 7 – инъекционные скважины; 8 – слой прочных грунтов; 9 – водоотводящая труба; 10 – дренажная скважина; 11 – анкерное крепление; 12 – удаляемый грунт при планировке склона

Второй способ: глубину выработки и вес подземного сооружения регулируют с помощью увеличения структурной прочности деформирующегося горизонта под дном выработки (инъекцией укрепляющего раствора до прочных слоев, уменьшая или увеличивая H и бытовое давление, или изменяя допустимый вес подземной конструкции.)

Третий способ: в подземном сооружении устраивают перехват потоков подземных вод и понижение их уровня.

Четвертый способ: к каркасу подземного сооружения или к его фронтальной стене крепят тело оползневого блока, например, при помощи анкеров.

Таким образом, решается сразу несколько проблем: устраняется опасность возникновения и развития оползневых деформаций, снижается давление на деформирующийся горизонт, заменяется объем грунтового массива в пределах потенциального оползневого блока устойчивым подземным сооружением, экономия территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Осинов В.И., Кутенов В.М., Макаров В.И.* Геологические условия освоения подземного пространства г. Москвы. Подземное строительство России на рубеже XXI века.
2. *Постоев Г.П.* Проблемы строительства в оползнеопасных зонах г. Москвы. // Уникальные и специальные технологии в строительстве.
3. Патентный поиск <http://www.findpatent.ru/patent/> (дата обращения 20.02.17)

ВОЗДУХООПОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Воздухоопорное сооружение - это неметаллическая гибкая оболочка, представляющая собой прочную армированную ткань, герметично закрепленную на фундаменте. Воздух подается под оболочку с избыточным давлением, являясь опорой для сооружения. Такие конструкции являются безопасными и надежными в эксплуатации.



Воздухоопорная конструкция является лучшим решением в тех случаях, когда необходимо большое светлое безопорное пространство. Спортивные площадки и надувные теннисные корты, развлекательные центры и бассейны, выставочные павильоны, станции техобслуживания, надувные ангары, временные здания и сооружения, складские и производственные помещения – возможные варианты использования данных сооружений. Воздухоопорные конструкции могут размещаться на крышах обычных зданий в качестве дополнительного этажа.

Преимущества воздухоопорных зданий:

- возможность покрытия больших площадей;
 - более экономичны в сравнении с капитальными конструкциями;
- ми;
- небольшие затраты на эксплуатацию;
 - высокая скорость монтажа;
 - мобильность;
 - малая масса;
 - светопрозрачность;
 - безопасность, сейсмостойкость;
 - возможность установки в различных климатических зонах;
 - возможность использования поверхности купола для рекламных целей.

Недостатки воздухоопорных конструкций:

- непреднамеренная потеря целостности и расходы, связанные с этим (главная причина потери целостности - накопление снега и последующее его таяние);
- необходимость постоянного поддержания избыточного давления воздуха в оболочке;
- сравнительная недолговечность;
- низкие огнестойкость и звукоизолирующая способность;
- высокие эксплуатационные расходы (1-2 кВт на 100 кв.м).



При возведении сооружения используется одна оболочка (основная) или две. Внутренняя (энергосберегающая) оболочка предназначена для повышения тепло- и звукоизоляции, а также для предотвращения образования конденсата водяных паров. Такой эффект достигается благодаря воздушной прослойке, равной 50-60см между обеими оболочками. При этом уменьшаются расходы на обогрев воздухоопорной конструкции на 35-40%.



Воздухоопорные сооружения монтируются на ленточный фундамент неглубокого заложения. Иногда их включают в состав капитального

здания, располагая на крышах зданий и паркингов. Основным крепёжным элементом являются анкерные болты.

Количество входного оборудования зависит от площади сооружения и определяется пожарными нормативами. Для обеспечения герметичности купола, используются «дверь-вертушка» - наиболее удобный для людей шлюз.

Внутри воздухоопорного сооружения происходит трехкратный воздухообмен в час. Объем воздуха, который нужно нагреть внутри такого здания, достаточно большой. Для отопления применяются специальные тепловентиляторы, которые обеспечивают подачу большого количества подогретого воздуха.

Тепловентиляционная установка (ТВУ) контейнерного типа состоит из вентиляционной установки с центробежным вентилятором и обогревающего устройства для подогрева воздуха внутри воздухоопорной конструкции.

Воздухоопорные конструкции позволяют использовать днем естественное освещение из-за светопроницаемой мембраны. В темное время суток необходимо использовать светильники, прикрепленные к покрытию.

Таким образом, воздухоопорные сооружения имеют массу преимуществ и являются чрезвычайно удобным решением при необходимости организации крупных массовых мероприятий. Монтаж таких конструкций обходится гораздо дешевле по сравнению с подготовкой каркасных либо капитальных строений. Незначительная масса и устойчивость к атмосферным воздействиям, удобство и легкость монтажа-демонтажа конструкций, создание комфортных условий для пользователей, мультифункциональность, безопасность эксплуатации – это лишь незначительный список факторов, которые способствуют росту спроса на такие конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ермолов В.В.* Воздухоопорные здания и сооружения М., Стройиздат, 1980г.
2. *Мыскина О. В.* Архитектура тентовых сооружений: проблемы формообразования М., 2003. С. 14.
3. *Скопенко В. А.* Тентовая архитектура: вчера, сегодня, завтра // Академический вестник Урал- НИИпроект РААСН. 2010. № 1. С. 30–36.
4. *Удлер Е. М., Тостов Е.* Проектирование тентовых оболочек // CAD master. 2001. № 1. С. 43–47.
5. *Туснина В.М.* Архитектура гражданских и промышленных зданий М., АСВ, 2016г.

ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ

Высокопрочный бетон представляет собой тяжелые, мелкозернистые смеси марок М600-М1000, классов по прочности на сжатие В60 и выше. Применение высокопрочных бетонов используют для строительства различных уровней сложности.

С помощью него можно воплотить в жизнь любой архитектурный проект, так как при использовании высоких марок М400-500 снижается собственный вес конструкции, уменьшается диаметр в разрезе, создаются максимально подходящие и рациональные конструктивные формы.

Высокопрочный бетон обладает высокой скоростью твердения, практически в таких же высоких темпах набирает свою прочность. Из-за этого можно сократить время тепло-влажностной обработки изделий бетонных конструкций при заводском изготовлении или вовсе от нее отказаться.

При кратковременных или длительных нагрузках повышается твердость элементов конструкции, уменьшается ползучесть бетона, а усадка остается та же, что и в бетонах обычной прочности.

Составляющие компоненты высокопрочных бетонов:

1. Вяжущие вещества

В качестве вяжущих компонентов используют пластифицированные, гидрофобные или обычные портландцементы, у которых густота цементного теста 25-26 % и активные ниже 500-600 МПа. Готовят высокопрочный бетон из высокоактивного портландцемента. В этих бетонах сводится до минимума применение разных примесей, которые используют для ускорения застывания бетона.

2. Песок

При создании смеси используют природные, искусственные кварц-полевошпатовые пески, делящиеся на две фракции – крупный (1,25-5 мм) и мелкий (0,14-0,63 мм). При изготовлении строительной смеси пропорции мелкого песка больше (80-50%), чем крупного (20-50%). Иногда соотношения делают 1:1. Марки бетона до 800 включительно делаются из чисто крупно- или средних сортов песка. Но необходимо соблюдать требования Госстандарту.

3. Крупный заполнитель

В качестве крупного заполнителя служит щебень. Его прочность на сжатие в водонасыщенном состоянии должна быть больше прочности

бетона в 1.5 раза. Щебень необходимо отсортировать, очистить от отмучиваемых частиц. Размеры фракций: 5-10, 10-20, 20-40 мм.

При приготовлении высокопрочного бетона наполнитель должен соответствовать запросам ГОСТ.

4. Тонкомолотые добавки

Это кремнеземная пыль. Но для бетонов прочностью С 55/67, С 60/77 ее не добавляют. Силикатная пыль нужна для того чтобы:

- заполнить свободное пространство между цементными кристаллами, наделяя изделие большей плотностью;
- улучшить взаимную реакцию между песком и цементом.

Наноцемент.

В течение четверти века шли работы по модификации портландцемента в наноцемент. Это позволило разработать впервые нормативную базу наноцементов. По основным показателям и по всем строительно-техническим свойствам базовый портландцемент уступает наноцементам. Последний повышает класс цемента, достигает в рекордные показатели прочности на сжатие и на изгиб. Исследования зерен минералов портландцементного клинкера доказали, что микроструктура портландцементного клинкера сама по себе является нанопродуктом. Моно- и поли-кристаллы клинкерных минералов имеют незначительные размеры (менее 100 нм). При измельчении портландцемента в процессе механохимической активации в присутствии модифицированного полимера, в дисперсном композите зерна портландцемента покрываются оболочкой структурированного модификатора.

В итоге, наноцементы – цементы, у которых есть сплошные нанокапсулы (оболочки) на зернах цемента толщиной в несколько десятков нанометров из модифицированного полимерного вещества. При получении высокопрочных и сверхпрочных бетонов, наноцемент является значительно простым и экономичным вариантом.

Высокопрочные бетоны на основе наноцементов имеют следующие достоинства:

- высокая ранняя прочность (40 - 70 МПа в первые сутки твердения);
- хорошая удобоукладываемость с осадкой конуса до 10 см при водоцементном отношении не более 0,25;
- возможность использования при приготовлении бетона некондиционного сырья, а именно: мелких песков, гравия речного, щебня из слабых горных пород.
- возможность отказа от энергозатратной пропарки изделий
- водопоглощение: В60,М800 – 2,5 %; В65,М900 – 2,0 %; В75,М1000 – 1,5 %;
- марка по морозостойкости: В60,М800 – F700; В65,М900 – F800; В75,М1000 – F800;

- водонепроницаемость: В60,М800 –W12; В65,М900 – W14;В75,М1000 – W16;

Высокопрочный бетон на основе наноцемента обладает высокой надежностью и долговечностью. Преимуществом его использования, наряду традиционным, является меньший расход цемента, применение более доступных нерудных заполнителей бетона и снижение стоимости сооружений.

Бетон является ключевым материалом высотного строительства, поэтому целесообразно применять высокопрочные бетоны на основе наноцементов. Бум строительства высотных зданий произошел на Ближнем Востоке в Дубае, а затем распространился и на Азию. В будущем возведение «высоток» будет отличительной чертой многих стран. На данный момент никто не превысил высоты в 800 м башни Бурж Халифа в Дубае, хотя сейчас в процессе строительства находится Башня Королевства в Джедде в Саудовской Аравии, высота которой превысит 1000м. Так же высокопрочные бетоны используют для:

- дорожного строительства;
- гидротехнических сооружений, в т.ч. морских, для буровых установок добычи нефти;
- туннелей метро и других подобных конструкций;

На сегодняшний день развитие нанотехнологий оказывает влияние на строительство и промышленность стройматериалов. Портландцемент, широко применяемый в строительстве, имеет огромный, не до конца исследованный потенциал.

Для изучения этого потенциала требуется более глубокое понимание свойств структуры цементосодержащих материалов на наноуровне, которое должно привести к рождению нового поколения бетонов, обладающих спектром как новых свойств, так и улучшенных прежних.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бикбау М.Я., Шикун В.Н.* Наноцементы – Будущее мировой цементной промышленности и технологии бетонов.
2. *Берг О.Я., Щербаков Е.Н., Писанко Г.Н.* Высокопрочный бетон
3. *Гардон К.* Вызовы для бетона в высотных зданиях//Бетон и железобетон – взгляд в будущее – 2014. 93-94 с.
4. *Фаликман В.Р., Гусев Б.В.* Наноматериалы и нанотехнологии в бетоне и железобетоне: практика и перспективы//Бетон и железобетон – взгляд в будущее – 2014. 303-312 с.

СНЕГОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В России природные условия представлены различными климатическими зонами: южные границы проходят в засушливых и степных районах страны, а северные – на островах с арктическим климатом. Если в тёплых и солнечных зонах процесс строительства уже давно налажен и не вызывает каких-либо серьёзных трудностей, то перед инженерами, работающими над северными проектами, стоит сложнейшая задача – обеспечить людей комфортным жильём.

Для районов крайнего севера характерны следующие условия:

- Продолжительный зимний период от 180 до 305 суток
- Низкие отрицательные температуры от - 25°С до - 50°С
- Сильные штормовые ветра, достигающие 30-40 м/с
- Вечномерзлые грунты и наличие деятельного слоя.
- Сильные и продолжительные метели с большим обилием снега,

вызывающие снежные заносы высотой до 15 метров

Первоочередной задачей для проектировщиков как жилых, так и промышленных зданий является обеспечить защиту людей от низких температур, шквального ветра и снеговых заносов.

Если с первыми двумя проблемами в современном строительстве справляются специальные конструкции металлических несущих каркасов и многослойных утеплённых стеновых сэндвич панелей, то последняя, является предметом обсуждения и споров до сих пор.

Переносимый метелями и поземками снег образует заносы. Это происходит вследствие того, что снего-ветровой поток, встречаясь с какой-либо преградой, теряет скорость, и снег отлагается за этим препятствием.

Существует два основных направления решения проблемы снежных заносов: 1 - специальная планировка жилого или промышленного комплекса с особой конструкцией зданий; 2 - сооружение специальных ограждающих конструкций, препятствующих образованию снежных накоплений.

Первый вариант, на наш взгляд, более рационален и надежен. При его выборе, нужно учитывать определённые правила размещения зданий и сооружений.

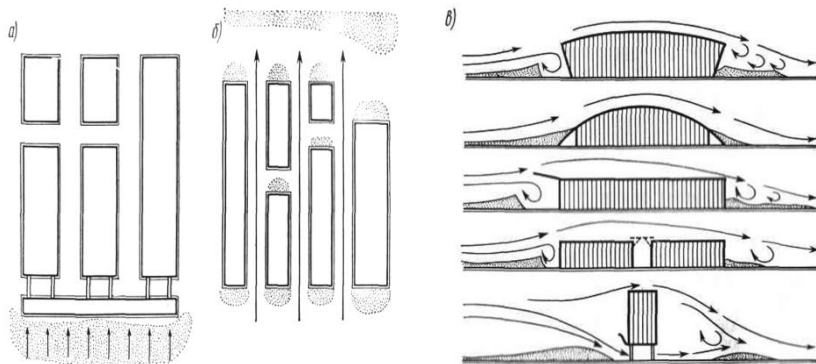


Рис. 1. а) – устройство снегозащитного фронта, б) – сквозной перенос снега, в) – аэродинамические свойства здания

Сооружения и оборудование снегозащитного фронта на территории комплекса располагают с наветренной стороны (рис. 1, а). Планировка в данном случае образует объединенный административно-бытовой корпус, связанный закрытыми переходами с производственными зданиями.

Сравнительно малое образование снега зафиксировано на тех производственных предприятиях, здания и сооружения которых расположены торцевой стороной перпендикулярно господствующему направлению переноса снега (рис. 1, б). При таком расположении снежные массы не задерживаются на территории промышленного комплекса.

При выборе проекта здания, преимущество отдаётся в пользу обтекаемых форм с возможностью устройства аэродинамических приспособлений, а так же сооружения конструкции продуваемого подполья. (рис. 1,в).

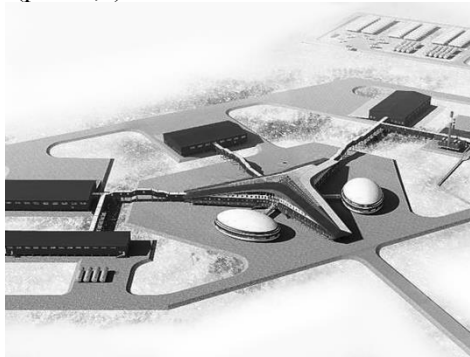


Рис. 2. «Арктический трилистник»



Рис. 3. «Пустой этаж»

На данный момент лучшим проектом, отвечающим всем требованиям для строительства в условиях крайнего севера, является военная российская база «Арктический трилистник», расположенная на архипелаге земли Франца-Иосифа, на острове Александры (рис 2). Данный комплекс представляет собой базовый административно-жилой блок, выполненный в обтекаемой форме и имеющий в своём основании конструкцию продуваемого подполья.

Центральное здание соединено с другими объектами базы крытыми надземными галереями, что минимизирует необходимость персонала покидать пределы защищённой части комплекса. Проект автономен и может прожить на самообеспечении порядка полутора лет. Базовый блок поднят над землёй на расстояние четырёх метров (рис. 3), что даёт снежной массе беспрепятственно проходить территорию «Арктического трилистника» без образования серьёзных снеговых заносов.

Проекты подобных баз могут стать основой для разработки «арктических» городов. Связанные единым центром, с радиальными ответвлениями для блоков различного назначения, данные комплексы могут быть увеличены в своих масштабах и размещать порядка пяти шести тысяч жителей, при дальнейшем развитии технологии. Обтекаемый «трилистник», форма «вытянутой капли», «эллипс» являются базой для таких проектов.

С точки зрения аэродинамики, именно эти формы наиболее обтекаемые для ветра. А возможность поднять конструкции над землёй и сделать устройство продуваемого подполья, обеспечивает беспрепятственный проход снежных масс под зданием.

В случае создания полностью автономной системы жизнеобеспечения, подобный город может быть независимым от внешних воздействий. А это открывает далеко идущие перспективы в области активного освоения человеком вечномёрзлых земель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Велли Ю.Я., Докучаев В.В., Федоров Н.Ф.* «Здания и сооружения на крайнем севере» - Ленинград: Госстройиздат, 1963 - с.492
2. Пресс-данные спецстроя России и министерства обороны РФ по военной базе «Арктический трилистник». Москва. 2015.
3. *Макарова Ю.Е., Саньков П.Н.* «Особенности проектирования в условиях крайнего севера». Днепропетровск. 2015

СЕКЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СИЛИКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Студентка 3 курса 36 группы ИСА Безверхова Е.О.

Научный руководитель – доц., канд. хим. наук., доц. Земскова О.В.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦВЕТНОГО СТЕКЛА

Цветное стекло используют в области архитектуры и строительства. Это изготовление витражей, декоративное остекление общественных зданий, а также использование цветного листового стекла в качестве облицовочного материала.

Существует две технологии изготовления цветного стекла [1]:

Первая технология - получение стекла, окрашенного в массе. Во время получения стекольной массы добавляют разнообразные красители, которые придают нужные цвета и оттенки.

При изготовлении выдерживают определенный температурный режим, так как разные красители реагируют на температуру по-разному и могут улетучиваться. Этот способ, мало отличается от производства обычного материала. Недостаток данной технологии - большое потребление красителя.

Вторая технология более сложная в производстве, но при этом используют краситель более экономно. Заключается данная технология в том, что стекло производится из двух слоёв. Первый слой - обычный прозрачный лист стекла, а другой – тонкий лист крашеного стекла или нанесенная цветная оксидная пленка.

В данном методе основной сложность представляет собой слезка за линейным коэффициентом расширения 1-ого и 2-ого слоя, который должен быть одним и тем же. Если он будет отличаться, то тот слой, у которого коэффициент больше, потрескается при производстве.

Для производства этих стекол используют те же составы, что и для вытягивания оконного листового стекла и прокатки узорчатого и армированного стекла.

Распространёнными цветами считаются: синий, фиолетовый, красный, желтый, оранжевый, зелёный, голубой, черный и белый (молочный). По характеру окраски стекла разделяют на прозрачные и глушеные.

К окрашенным стеклам принадлежит и мраморовидное. Эти стекла получают в итоге неполноценного смешивания маленького количества цветного стекла с глушеным.

Различают молекулярное (ионное) и коллоидное окрашивание стекла. В первом случае для окрашивания стекла употребляют оксиды металлов (хрома Cr, железа Fe, марганца Mn, кобальта Co, меди Cu, никеля Ni, церия Ce, титана Ti, ванадия V).

К числу коллоидных красителей относятся металлы – золото, серебро, медь, а также элементарные сера и селен. Окраска стекла находится в зависимости от используемого красителя и от ключевого состава стекла. Число расцветок стекол может быть очень большим. Вводя в шихту два-три красителя в различных соотношениях, получают десятки цветных стекол разнообразной окраски. Например, голубой цвет разной интенсивности получают от разного количества окиси меди.

Исходная вода, которую потребляет стекольный завод, используют на хозяйственно-питьевые нужды, бытовые и нужды основного производства [2]. На технологические нужды расходуют в основном питьевую воду.

Образующиеся стоки характеризуют вид водопотребления. ТЭЦ, мойки стекла, системы охлаждения стекловаренных печей и иного оборудования, работники предприятия - основные потребители производственной воды на заводе [3-4]. Для остужения печей применяется тех. вода, для мойки стекла – питьевая вода.

Способами очистки сточных вод стекольного завода являются [5-6]:

1. Физ. – химическая очистка напорной флотацией;
2. Механическая очистка;
3. Обработка осадка на фильтр - прессах.
4. Доочистка в безнапорных (песчаных) фильтрах;

Механическая очистка осуществляется в гидроциклонах где совершается устранение грубодисперсных взвешенных веществ.. Гидроциклоны употребляют для выделения оседающих и всплывающих грубодисперсных примесей, сюда относятся примеси минерального происхождения, гидравлической крупностью выше 0,2 мм и скоагулированной взвеси.

Грубодисперсные примеси извлекаются из сточной воды за счет влияния инерционных сил, откидывающих загрязнения к стенкам аппарата, затем они накапливаются в нижней части гидроциклона и удаляются.

Физ. – химическая очистка сточных вод выполняется на установке напорной флотации. Она используется для удаления из воды Поверхностно Активных Веществ, смол, жиров, масел, взвешенных веществ и др., осаждение которых малодейственное. В зону напорной флотации подается рабочий раствор H₂O насыщенной кислородом под давлением из сатураторов.

Доочистку сточной воды проводят в скорых безнапорных фильтрах; Фильтр с зернистой загрузкой применяют для удаления из H_2O взвешенных примесей различной степени дисперсности. Осветление H_2O при пропуске ее через фильтр совершается в следствии прилипания к зернам фильтрующего материала грубодисперсных примесей H_2O , задерживающихся на поверхности и в порах фильтрующего материала. В качестве фильтрующего материала рекомендовано использовать кварцевый песок, обладающий химической стойкостью и прочностью (диспергируемость не $> 4\%$, истираемость не $> 0,5\%$).

Очищенная H_2O частично употребляется на производственные надобности, направляется в систему водооборота, что позволяет минимизировать потери воды.

Излишек воды сбрасывается в городскую канализацию, удовлетворяя нормам сброса.

В технологической схеме очистке воды применяется фильтропресс, назначенный для обезвоживания осадка до 90% сухого вещ-ва. В большинстве случаев осадки сточных вод утилизировать в производстве не удаётся, и их размещают на полигонах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайленко Н.Ю., Орлова Л.А. Типы и виды стекла и стекломатериалов. Терминологический справочник, М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012.92 с.
2. Чехов О.С., Назаров В.И., Калыгин В.Г. Вопросы экологии в стекольном производстве. М.: Легпромбытиздат, 1990.144 с.
3. Бухгалтер Л.Б., Акользин А.П., Михайленко Н.Ю. Методологические подходы разработки экологически безопасных производств в стекольной промышленности // Экология и промышленность России. 2000. № 11. С.27-29.
4. Л.С. Алексеев «Контроль качества воды». М.: Инфра - М, 2004.154 с.
5. Л.Л. Пааль, Я.Я. Кару, Х.А. Мельдер, Б.Н. Ретин «Справочник по очистки природных и сточных вод». М.: Высш.шк., 1994.332 с.
6. Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, В.П. Саломеев, Е.А. Пугачёв «Водоотведение». М.: Инфра – М, 2007. 416 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

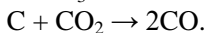
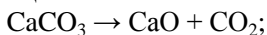
Производство керамических изделий связано с поступлением загрязняющих веществ в атмосферу, в гидросферу, с накоплением на поверхности земли в виде твердых отходов. Это зависит от конкретных технологических процессов. Технологическая цепочка производства керамических изделий состоит из следующих стадий: шахтная или открытая добыча сырья; доставка, хранение и подготовка сырья, формование изделия, сушка заготовки, обработка поверхности, обжиг и финишная обработка после обжига.

В воздух при керамическом производстве выбрасываются аэрозоли с твердой дисперсной фазой – пыль, и газообразные соединения. Переработка сухого сырья – глины - приводит к пылеобразованию. Тонкодисперсная пыль выбрасывается при сушке, диспергировании (дроблении и измельчении), расसेве, смешении и транспортировке сырья. Пыль образуется и при декорировании, и при окончательной обработке керамических изделий после обжига.

Газообразные загрязнения выделяются в основном из сырья при сушке, прокаливании и обжиге. Во время этих процессов могут образоваться токсичные соединения углерода, серы, азота (CO , SO_2 ; N_xO_y), неорганические соединения HF , HCl , летучие органические соединения (ЛОС).

Тяжелые металлы попадают в атмосферу или при применении мазута как топлива. или при декорировании веществами, содержащими тяжелые металлы. Появление SO_2 в дымовых газах связано с наличием серы в сырьевом материале. В керамике сера присутствует в виде FeS_2 (пирит) и сульфатов, например, гипса, в виде серосодержащих органических соединений.

Оксиды азота главным образом получают при термическом взаимодействии N_2 и O_2 в воздухе, поступающем для горения топлива при температуре около 1200°C . Органические вещества, присутствующие в керамике, горят в условиях недостатка кислорода, при этом образуется CO , образуется между «связанным углеродом» в керамике и CO_2 по реакциям:



Карбонизация органических соединений, входящих в сырье и состав материал (связующие, порообразователи, осушителей, адгезивов и др.),

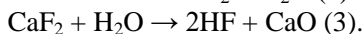
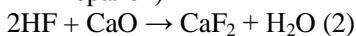
протекают на начальной стадии термообработки и сопровождается выбросом ЛОС. Следы хлора имеются в наличии в большинстве видов глин.

Разложение хлорсодержащих неорганических солей при температурах выше 850 °С и хлорсодержащих органических соединений при температурах 450 – 550 °С в процессе обжига приводит к обогащению HF дымовых газов.

Небольшие количества фтора содержатся в большинстве природных сырьевых материалах. При разложении фторосиликатов в глинах происходит выделение HF- фтороводородная кислота. Это – либо разложение фтористых минералов; либо разложение CaF₂, температура выше 900 °С, в присутствии паров H₂O в газовой среде печи.

Механизм реакции:

минерал-F + H₂O → минерал-ОН + HF (1) (гидролиз фторсодержащих минералов)



Вода – это тоже сырьевой материал, но количество ее потребления зависит от вида отрасли и от разных технологических процессов. Сточные воды являются результатом использования воды при роспуске глинистых материалов в процессе производства, при промывке оборудования, при работе скрубберов (мокрая очистка газов) при проведении поверхностной обработки – глазуровании, ангобировании, мокрой шлифовке.

Вода, добавленная в шихту, испаряется при сушке и обжиге и не образует сточные воды. В составе сточных вод, образующихся при переработке различных материалов и в ходе очистки оборудования, присутствуют те сырьевые материалы и вспомогательные вещества, которые задействованы в данном технологическом процессе. Сточные воды в производстве керамических изделий отличаются высокой мутностью и цветностью из-за присутствия в них мелкокодисперсных взвешенных частиц глазури и глинистых минералов.

С химической точки зрения стоки характеризуются содержанием взвешенных твердых частиц: глин, фритт, всех нерастворимых силикатов; присутствующих в растворе анионов: сульфатов; взвешенных и растворенных соединений тяжелых металлов: свинца, цинка; небольших количеств бора; мизерных количеств органических соединений. Твердые отходы при производстве керамических изделий, накапливающиеся на поверхности земли, представляют собой следующее [2-4]:

1. шлам: после переработки производственных сточных вод и при помоле, глазурный, гипсовый
2. бой изделий после: формовки, сушки, обжига;

3. пыль из установок газоочистки и обеспыливания;
4. отработанные гипсовые формы.

Для очистки выбросов от пыли с загрязняющими веществами применяют циклоны и рукавные фильтры. Уменьшения выбросов пыли, образующихся при сушке и обжиге изделий, добиваются оптимизацией процесса сжигания топлива.

Для снижения газообразных выбросов внедряются следующие меры: уменьшение подачи источника загрязняющих веществ; введение добавок, содержащих кальций; оптимизацию процессов; сушки, прокаливания и обжига сырья; организация участка сорбции (адсорберы, абсорберы); дожигание отходящих газов.

Сточные воды процессов изготовления керамики, содержат взвешенные частицы, поэтому при их очистке часто используют отстойники. Введение флокулянтов и коагулянтов ускоряет осаждение взвешенных частиц.

Мерами по снижению объема твердых отходов производства являются: оптимизация производственного процесса, переработка отходов и повторное их использованию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулименко Л.М., Тихомирова И.Н. Основы технологии тугоплавких неметаллических силикатных материалов. М:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000, 248 с..
2. Маневич В.Е., Субботин К.Ю., Ефременков В.В. Сырьевые материалы, шихта и стекловарение. М.: РИФ «Стройматериалы», 2008. 223с
3. Бухгалтер Л.Б., Акользин А.П., Михайленко Н.Ю. Методологические подходы разработки экологически безопасных производств в стекольной промышленности // Экология и промышленность России. 2000. № 11. С.27-29.
4. Шапилова М.В., Тимофеева И.Т. Охрана окружающего воздуха в стекольной промышленности. М.: Легпромбытиздат, 1992. 176с.
5. Гусева Т.В. Основные направления снижения воздействия промышленности на состояние охраняемых природных комплексов // Экологические системы и приборы. 2000. № 11. С.40-48.

УТИЛИЗАЦИЯ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Производство продукции из стекла всегда связано с образованием большого количества отходов и других загрязняющих веществ. К твердым отходам стекольной промышленности относят: стеклобой, сырьевые материалы цехов подготовки шихты в виде пыли, порошковые отходы в подразделении обработки сортовой посуды [1].

Основным пунктом ликвидации твердых отходов является утилизация стеклобоя. Стеклобой – это стеклянные осколки тех изделий, которые образуются в процессе изготовления стеклянной тары на производстве или после бытового использования стекла. Отходы делятся на два сорта:

- Первый подразумевает под собой куски стеклобоя размерами 10 - 50 мм.
- Второй сорт характеризуется только массой стеклянных осколков, которые весят не более 2-х кг.

Также по ГОСТу РФ стекольный бой подразделяют на марки, относительно цвета:

- бесцветный (БС);
- полубелый тарного назначения (ПСТ);
- полубелый листовой (ПСЛ);
- зеленый (ЗС).

В процессе производства стеклянных изделий невозможно избежать образования стекольного боя. Необходимо организовать переработку стекольного боя сразу после изготовления стекольных изделий [2]. Туда же возможна доставка и утилизация «бытового» стекла (вторичная переработка). Основным направлением утилизации твердых отходов стекольной промышленности является возвращение его в производство. Использование стекольного боя в производстве стеклоизделий снижает затраты на сырье в 6 раз.

Процесс ликвидации и повторного использования состоит в следующем:

- сбор стеклянных отходов;
- транспортировка их на перерабатывающее предприятие;
- обработка, заключающаяся в нескольких стадиях очистки и промывки;
- вторичная обработка, которая также подразумевает дробление и измельчение стеклобоя;

- полученный стеклянный порошок упаковывают и отправляют на дальнейшее использование.

После соответствующей переработки полученная стекломасса может использоваться для изготовления различных строительных материалов, конструкций и декоративных изделий. Основной целью использования-стеклобоя (ввиду содержания в нем кремнезема, щелочных оксидов, глинозем(оксид алюминия) и негашёная известь (оксид кальция)) является получение вяжущих[5].

Вяжущие, основанные на отходах стекольных предприятий (стеклобой), способствовали получению новых строительных материалов с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами:

- мелкозернистый бетон;
- щелочеземельное вяжущее с применением щелочных затворителей.

Перспективным направлением является производство пеностекла — высокопористого теплоизоляционного неорганического материала, который производится за счёт спекания тонкоизмельченного стекла и газообразователя [4].

Сырьем для изготовления данного материала служит стекольный бой и стекломасса, сваренная из SiO_2 , CaCO_3 , а также NaHCO_3 и Na_2SO_4 . К тому же использование стеклобоя, в силу его низкой стоимости на российском рынке, ведет к значительному удешевлению производства .

Именно из-за того, что пеностекло практически на 100% состоит из стекла, оно имеет широкую температурную вариативность применения, являясь негорючим, стойким к агрессивным средам и не дающим усадки. На основе боя тарного и строительного стекла создан новый вид пористого заполнителя - гранулированное пеностекло. Расход условного топлива на производство данного материала почти в 2 раза меньше, чем на производство керамзита.

Главными свойствами гранулированного пеностекла являются: насыпная плотность 150-220 кг/м³, предел прочности при сжатии 0,6-1,1 МПа, размеры гранул варьируются от 10мм до 30 мм, водопоглощение после суток -5%

Оно обладает морозо-, водо- и биостойкостью, не подвергается силикатному, железистому и известковому распадам и может быть использовано вместо керамзитного гравия для изготовления теплоизоляционных легкобетонных плит, изолирующих покрытия производственных зданий, овощехранилищ и других помещений, а также в качестве наполнителя пенопластов.

В смеси с пластичными глинами стеклобой может служить основным компонентом керамических масс. Изделия из подобных масс изго-

тавливают по полусухой технологии, их отличительная черта - высокая механическая прочность.

Введение стеклобоя в керамическую массу снижает температуру обжига и повышает производительность печей. Выпускают стеклокерамические плитки из шихты, состоящей на 10-70% из боя стекла, измельченного в шаровой мельнице[3]. Массу увлажняют до 5-7%, плитки прессуют, сушат и обжигают при температуре 750-1000С°, водопоглощение плиток - не более 6%, морозостойкость более 50 циклов.

Бой стекла применяют также как декоративный материал в цветных штукатурках. Молотые стекольные отходы можно использовать, как присыпку по масляной краске, абразив для изготовления наждачной бумаги и как компонент глазури. Твердые стекольные отходы входят в состав декоративно-облицовочных материалов (фасадные, интерьерные и тротуарные плитки),

В настоящее время при утилизации стекольных отходов предпочтнее отдается технологиям, которые основываются на вторичной переработке стеклобоя или безотходном производстве, которые в свою очередь не требуют больших затрат энергии.

В этой сфере широкое распространение получили следующие методы: использование новейших перерабатывающих систем с циркуляционным движением теплоносителя, расплавление и фильтрация стекла по современной технологии и т. д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гринин А.С., Новиков В.Н.* Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. - М.:ФАИР-ПРЕСС, 2002,336с.
2. *Чехов О. С. Назаров В. И. Калыгин В. Н.* Вопросы экологии в стекольном производстве. - М.: Легпромбытиздат, 1990. – 144 с
3. *Мелконян, Р. Г* Экологические и экономические проблемы использования стеклобоя в производстве стекла : учебное пособие / Р. Г. Мелконян, С. Г. Власова. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013, 100 с
4. *Мелконян Р.Г. Белецкий Б.И. Мелконян Г.Р.* Пеностекло. Теория и практика производства силикатных пеноматериалов// Стекло мира, 2011, №1, с.32-59.
5. *Дворкин, О.Л.* Строительные материалы из отходов промышленности: Учебно-справочное пособие / Л.И.Дворкин, О.Л.Дворкин. Ростов н/Д: Феникс, 2007, 368 с.

УТИЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В керамической промышленности образование отходов является неизбежным фактором, который нельзя оставлять без внимания. Сейчас мы обсудим утилизацию конкретно твердых отходов.

Несмотря на безостановочный прогресс технологий в современном мире, проблема влияния отходов на экологию обсуждается как никогда остро. Твердые отходы керамической промышленности в основном влияют на состояние почвы, что несомненно очень важно для дальнейшего не просто развития, а существования человечества.

Твердые отходы производства имеют место:

- бой изделий образуется на этапе формовки, сушки, обжиге, а также при послеобжиговой обработке

- шлам образуется во время промывания оборудования

- старые или испорченные формы из гипса

- отходы упаковки

- осадки пыли и отработанные сорбенты скапливаются в очистительных приборах

Необожженные твердые отходы зачастую повторно используются в виде сырья для формовочных масс. В процессе формования образуются обрезки, отработанные гипсовые формы, которые используются в цементной промышленности, а также в виде удобрений после прохождения процедуры измельчения.

Также в виде удобрений используют золу. Излишки массы из пресса подают обратно в его приемник, а также используют в литевых шликерах и тонкокаменных массах (посуда). [1]

Обожженные отходы, такие как керамический бой и обломки футуровки (защитной отделки), используются в виде измельченной добавки в шамотные глины, а также при возведении фундаментов и в дорожном строительстве. Менее популярно использование керамического боя в качестве огнеупоров для печей.

Гипс, образующийся при очистке дымовых газов, например, при производстве керамзита, кирпича и черепицы, невозможно повторно использовать в производстве керамики, но в цементной промышленности его применяют в качестве регулятора твердения. Если отходы невозможно переработать на заводе, то они отправляются в другие отрасли производства, а также на сторонние предприятия по утилизации отходов или свалки.

Кроме того, рассмотрим шламы, получающиеся в процессе производства керамической плитки при очистке сточных вод от твердых компонентов.

Возможна рекуперация (возврат в производство) шлама не только в той же отрасли производства керамических изделий, но и в иных отраслях.

Так, шлам из производства хозяйственно-бытовых или санитарно-технических изделий находит применение в качестве сырья / добавки при изготовлении керамических блоков и керамзита. [2]

Возврат твердых отходов в производство является наилучшим способом утилизации, так как в некоторой мере сокращает расходы на сырье и на утилизацию вне производства.

Также повторное использование отходов в керамической промышленности или в других отраслях помогает избежать загрязнения почвы, что в свою очередь положительно сказывается на ее экологическом состоянии и говорит о высоком уровне используемых технологий.

Современные технологии обжига дают возможность напрямую предотвратить образование твердых отходов.

Переход от обжига в капелях или в многоярусных туннельных печах на системы скоростного обжига, например, роликовые печи, позволяет уменьшить количество (отработанного) огнеприпаса [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мороз И.И.* Технология фарфоро-фаянсовых изделий. М.: Стройиздат, 1984. 334 с.,
2. *Крупа А.А., Городов В.С.* Химическая технология керамических материалов. Киев: Высшая школа. 1990. 398 с.
3. *Поскрёбышев В.А., Радина Т.Н., Ефремов И.М.* Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий: Учебное пособие. Братск: БрГТУ, 2002. 124 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Двадцать первый век можно смело назвать «эпохой нанотехнологий». Нанодобавки повсеместно применяются в различных областях науки и техники. Большое значение уже сейчас они представляют для производства строительных материалов. Их применяют с целью улучшения физико-технических характеристик.

Баженовым Ю.М. и его коллегами был создан наномодифицированный, коррозионно-стойкий серный композит на аппретирированном кварцевом наполнителе. Он обладает практически универсальной стойкостью и может быть рекомендован для изготовления коррозионно-стойких бетонов [1].

Другим нашим выдающимся ученым Комоховым П.Г. разработан радиационно-стойкий бетон с применением нанотехнологий. При производстве такого бетона был использован шунгит. Это наноструктурный реликтовый минерал с высокой запасной энергией, содержащий глобулярную углеродную матрицу, представляющую собой кластеры размером 10 нм. Применение природного фуллерена шунгита-шунгизита способно обеспечить высокими защитными свойствами бетон при захоронении радиоактивных отходов (РАО) и отработанного ядерного топлива (ОЯТ) [2].

В производстве керамических изделий с целью улучшения строительно-технических свойств были созданы керамические материалы на основе оксида циркония. Эти материалы обладают высокой температурой плавления, стойкостью к коррозии, износу, низкой теплопроводностью, высокой прочностью и вязкостью разрушения [3-4].

В последнее время возрос интерес в стройиндустрии к углеродным нанотрубкам (УНТ) [5-7]. Они представляют собой каркасные протяженные структуры, состоящие из свернутых в виде цилиндра лент с упаковкой атомов по типу графита. Главная особенность этих молекул – это их форма. Они выглядят как замкнутые, пустые внутри, оболочки. Впервые их обнаружили менее 15 лет назад как побочные продукты синтеза фуллерена C_{60} .

По данным многих исследователей углеродные нанотрубки на порядок прочнее стали и при этом приблизительно в 6 раз легче ее. В производстве строительных материалов благодаря своим прочностным характеристикам они нашли широкое применение.

В работах рассматривалось введение УНТ в ангидритовую матрицу. При этом достигается активация гидратации ангидрита и наблюдается формирование новообразований протяженных упорядоченных структур с плотной упаковкой кристаллогидратов. Наличие подобной структуры в ангидритовой матрице приводит к существенному повышению прочности затвердевшего материала (на 36%), улучшению однородности и стабильности пор.

Результаты исследований микроструктуры пенобетона, приведенные в работах, показывают, что при введении в него углеродных нанотрубок стабилизируется его структура и устраняется перфорация стенок пор. В состав цементной смеси синтетические УНТ вводят в количестве 0,05 % от массы исходной смеси, что обеспечивает повышение прочности пенобетона в 1,7 раза, а снижение теплопроводности на 20 %.

Многими исследователями установлено, что наноструктуры, распределяясь в объеме кристаллогидратной матрицы, играют роль центров направленной кристаллизации, что приводит к появлению в композиционных материалах вяжущей матрицы с улучшенными физико-механическими свойствами. Чтобы достичь таких результатов, необходимо правильно ввести нанодобавки в структуру композита.

Как известно, наноразмерные частицы настолько малы, что склонны к агрегированию, т.е. они слипаются между собой, и мы имеем дело уже не с наноразмерными, а микроразмерными частицами. К тому же, углеродные нанотрубки почти всегда кривые и обычно перепутаны друг с другом. Они образуют жгуты, свернутые в клубки и запутанные причудливым образом. Их необходимо распутать. Иначе вероятность того, что мы получим композиционный материал с улучшенными строительно-техническими характеристиками, сводится к нулю. Такие клубки будут скапливаться в пространствах между крупными частицами вяжущего, и не будут иметь полного сцепления с матрицей, что может вызвать ухудшение механических свойств. Мы получим неравномерную структуру и, как следствие, нестабильные результаты исследования.

Чтобы этого не произошло, наночастицы необходимо разделять, например, диспергированием с помощью ультразвука.

И уже такие, разделенные, частицы можно использовать в создании новых, более совершенных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами не только в стройиндустрии, но и в других сферах народного хозяйства.

В связи с тем, что наноматериалы обладают сверхмалым размером, работа с ними является экологически небезопасной. В связи с этим на предприятиях стройиндустрии устанавливается система пылеочистки, представленная комплексом современного оборудования, в который

входят рукавные фильтры и электрофильтры. Степень очистки составляет 99,9%. Так как углеродные нанотрубки применяются в производстве строительных материалов виде суспензий, то на экологическую обстановку они влияния не оказывают.

Таким образом, применение нанотехнологий с соблюдением правил экологической безопасности в производстве строительных материалов является перспективным направлением, позволяющим улучшить качество выпускаемой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М. и др.* Наномодифицированные коррозионно-стойкие серые строительные материалы. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2008. 167 с.
2. *Комохов П.Г.* Нанотехнология радиационно-стойкого бетона// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2006. № 5. С. 22-23.
3. *Кульментьева В.Б.* Керамические материалы на основе оксида циркония// Нанотехнологии и наноматериалы Пермского края. Пермь: Пермский ЦНТИ, 2009. С. 42 – 47.
4. *Свидиненко Ю.* Нанотехнологии в нашей жизни// Наука и жизнь. – 2005. № 7. С. 2 -5.
5. *Бурьянов А.Ф., Гальцева Н.А., Булдыжова Е.Н.* Гипсовые материалы с ультрадисперсными добавками и углеродными наномодификаторами// В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре материалы 70-ой юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2012 г. Самара: СГАСУ. 2013. С. 142-145.
6. *Довыденко Т.А., Ларсен О.А.* Нанотехнологии в строительном материаловедении// В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 828-830.
7. *Samchenko S.V., Zemskova O.V., Kozlova I.V.* The efficiency of application of physical and chemical methods on the homogeneous dispersion of carbon nanotubes in water suspension// Cement, Wapno, Beton. 2015. № 5. С. 322-327.

САМООЧИЩАЮЩИЕСЯ СТЕКЛА– СОВРЕМЕННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В настоящее время процесс планирования и строительства высотных зданий управляется задачами в области экологии. Создание экологических зданий проводят с точки зрения окружающей среды и здоровья человека, а технические решения облегчают уборку и обслуживание. Общепринятыми методами очистки и дезинфекции является хлорирование и озонирование, использование бактерицидных ламп, применение различных фильтров, использование высоких температур или дезинфицирующих веществ. Все эти методы имеют избирательное действие, т.е. они не в состоянии обезвредить все группы микроорганизмов или устранить химические загрязнения. Однако остаётся проблема утилизации различных фильтров после того как «вредные» вещества уже «пойманы».

Пристальное внимание специалистов, работающих в области охраны окружающей среды, сосредоточено на поиске процессов и методов, позволяющих преобразовывать вредные вещества в безопасные компоненты, а заодно и уничтожить патологические микроорганизмы.

Современные методы очистки базируются на предотвращении неконтролируемого попадания отходов, прежде всего, в воздух, воду и почву.

Развитие технологии фотокатализа полностью изменяют восприятие людей, как о чистоте, так и об очистке окружающей среды. Использование фотокаталитического окисления или гетерогенного фотокатализа позволяет решать, как вопросы обеспечения чистоты, так и защиты окружающей среды обитания человека.

Гетерогенный фотокатализ – безопасный и высокоэффективный способ разложения веществ и микроорганизмов до абсолютно безвредных компонентов под действием света в присутствии катализатора. В качестве катализатора используются широко известные полупроводники на основе оксидов металлов (TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 и др.) [2].

В большинстве случаев в качестве катализатора используется TiO_2 , как наиболее устойчивое, недорогое и безопасное, химически и биологически инертное соединение, обладающее наибольшей фотокаталитической активностью при освещении натуральным или искусственным светом

Одной из разработок современной промышленности облегчающих уборку и обслуживание высотных зданий являются самоочищающиеся

стекла. Для здорового и комфортного климата в помещении необходимо, чтобы окна были чистыми и прозрачными. Но, к сожалению, даже самые тщательно вымытые стекла после дождя покрываются разводами. С самоочищающимися окнами этого не происходит.

Самоочищающееся стекло - стекло с уникальными свойствами - использует силы природы для очистки своей поверхности от загрязнений. Остекление высотных зданий такими уникальными стеклами сохраняет чистоту и красоту окон и имеет практическое преимущество в снижении затрат на мытье стекла [1].

Уникальность свойств обычному стеклу придает специальное покрытие на его внешней поверхности, обладающее двойным действием. При попадании на стекло дневного света, покрытие химически реагирует на свет двумя способами. Во-первых, оно разрушает любые отложения грязи, даже вместе с вирусами и микробами и, во-вторых, дождевая вода, стекая вниз по стеклу, смывает разрушенные загрязнения.

Существует несколько видов самоочищающихся покрытий для стекол. Все они имеют наноструктурированную поверхность на основе диоксида титана TiO_2 [3-5].

Создание самоочищающихся стекол стало возможным с развитием нанотехнологии. Метод нанесения структур TiO_2 до одного нанометра на поверхность стекла для создания покрытия осуществляется реактивным распылением в вакууме. Метод является экологически безопасным, так как все процессы происходят в вакуумной камере и не сопровождаются образованием каких либо вредных отходов.

В настоящее время диоксид титана TiO_2 – один из самых распространенных материалов в нашей повседневной жизни. Он широко используется в красках, косметике и пищевых продуктах. Сегодня ежегодное потребление диоксида титана в мире превышает три миллиона тонн.

Диоксид титана является полупроводником и проявляет свою химическую активность после облучения ультрафиолетовым светом.

Диоксид титана как фотокатализатор позволяет этой активности играть положительную роль, а именно, разлагать такие материалы, как грязь, сажа, химические препараты и раздражители, токсические препараты, запах дыма сигарет, бактерии или органические материалы, поэтому краски на основе диоксида титана широко применяются в общественных зданиях.

Такое уникальное свойство диоксида титана позволяет разрабатывать фотокаталитические технологии на основе TiO_2 в промышленном масштабе.

Стекла с наноструктурированной поверхностью на основе диоксида титана TiO_2 задерживают проникновения вредных ультрафиолетовых лучей и не снижают пропускание света в видимой части спектра. Тех-

ническая характеристика стекол с применением TiO_2 -покрытия приведена в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики стекла с применением TiO_2 -покрытия

Вид стекла с покрытием	Коэффициенты пропускания, % в диапазоне спектра			Коэффициенты отражения, % в диапазоне спектра	
	видимый	Ультрафиолетовый	видимый и инфракрасный	видимый со стороны покрытия	видимый со стороны стекла
бесцветное	71	46	78	26	26
бесцветное	68	45	69	29	28
зеленое	62	30	31	27	21
синее	45	22	27	28	15,5

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самоочищающиеся стекла: различия и возможности применения 06.10-19М.209 //РЖ19М. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. 2006. № 10.

2. *Владимирова А.О., Ходченко С.М* Анализ эффективности логистической функции производства самоочищающегося стекла с фотокаталитическим покрытием //Успехи в химии и химической технологии. 2012. Т. 26. № 11 (140). С. 68-72.

3. *Минько Н.И., Аткарская А.Б., Кеменов С.А.* Использование стекла и изделий из него в современном строительстве //Строительные материалы. 2008. № 10. С. 91-95.

4. *Тимохин Д.К., Геранина Ю.С* Диоксид титана как фотокатализатор в цементном бетоне//Научное обозрение. 2015. № 8. С. 46-50.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Экологические основы процессов биоразрушения строительных конструкций обуславливаются факторами, определяющими построение конструкционной защиты .

Вопросу защиты от биокоррозии строительных материалов на минеральной основе – бетона, кирпича и гипса до настоящего времени не уделяется достаточное внимание, несмотря на то, что биоразрушение конструкций и декоративных отделочных материалов жилых и производственных зданий и сооружений в современных условиях становится все более распространенным явлением[1-5].

Наиболее широко используемыми способами борьбы с биокоррозией минеральных строительных материалов являются обработка поверхности конструкций хлорсодержащими составами, озоном высокой концентрации в газообразной форме, в виде водного раствора или аэрозоля, или анодным гелем, получаемым при электродном разложении воды постоянным электрическим током.

В штукатурных составах применяются пентахлорфенолят натрия, цетазол и трилан.Для защиты бетонных полов используются медный порошок, оксихлорид магния и формалин.

Однако, широкий спектр материалов для защиты от коррозии минеральных оснований является кажущимся и весьма ограниченным, в связи высокой стоимости одних способов и материалов, высокой опасностью в применении и эксплуатации для человека и окружающей среды других, узостью биоцидного спектра действия или быстрой потерей бактерицидной эффективности в процессе эксплуатации строительных конструкций.

Эффективное противодействие возникновению и распространению биокоррозии объектов можно достигнуть лишь в том случае, если проводить следующие мероприятия:

- определение источника выделения биоповредителей пораженного биокоррозией здания;
- определение объектов, через которые распространяется и передается биоповредитель, например, через компоненты строительного материала, строительный мусор, спецоджежда и др.;
- определение восприимчивого к биоповреждению объекта, таких как строящегося или здорового здания, сооружения.

Все три блока мероприятий тесно взаимосвязаны и направлены на

исключение или обеспечение максимального снижения вероятности появления биокоррозии зданий и сооружений.

В достижении этого результата очень большое значение имеют те мероприятия, которые обеспечивают уничтожение биоповредителя на пораженных таким видом биокоррозии зданиях или сооружениях, а также на строительном мусоре от них. В связи с этим экологический аспект утилизации и переработки биозараженного мусора является первоочередной задачей.

В настоящее время для этого применяются различные дезинфекционные технологии, в основе которых лежит умерщвляющее физическое, химическое или комбинированное воздействие на биоповредителя. В силу доступности, простоты реализации, и, как правило, более оптимального соотношения материальных и финансовых затрат, чаще применяются технологии, в которых в качестве дезинфицирующих агентов используются жидкие дезинфицирующие средства.

Существующие сегодня рекомендации по использованию дезинфекционных технологий для борьбы с биокоррозией сводятся к следующему. Пораженная биоповредителем, например, поверхность штукатурки или бетонной конструкции подвергается одно или двукратной, в зависимости от степени поражения, обработке раствором дезинфицирующего средства путем орошения им из гидропульта или протирания смоченной в растворе щеткой.

После высыхания обработанной поверхности, рекомендуется провести механическую зачистку, предусматривающую частичное или полное удаление штукатурки с пораженного участка, а затем обработку раствором дезинфектанта очищенной поверхности участка и восстановление этого участка после высыхания дезраствора.

Для предотвращения распространения биокоррозии строящихся или ремонтируемых зданий необходимо грамотно утилизировать удаленную штукатурку, проводить ее обеззараживание, складировать и утилизировать в специально отведенных местах.

Также не мало важным фактором является дезинфицирование использованных в работе с зараженной штукатуркой инструменты и рабочую одежду, которые, как правило, используются в последующем при восстановительном ремонте.

Для предотвращения распространения биокоррозии также необходимо выполнение бактериологического контроля эффективности обеззараживания, и оценка устойчивости уничтожаемого биоповредителя к действию применяемого раствора дезинфицирующего средства. При отсутствии этих мероприятий, имеется большая вероятность сохранения жизнеспособных биоповредителей на оставшейся и удаляемой штукатурке или бетонной конструкции.

В этом случае, естественно, будет сохраняться и вероятность попадания биоповредителя на отремонтированный участок штукатурки и возобновления его биокоррозии, обсеменения объектов окружающей среды. Перечень дезсредств, пригодных для применения в борьбе с биоповредителями, весьма ограничен. В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют средства на основе полигексахлорметилгуанидина (ПМГ) и четвертичных аммониевых соединений (ЧАС).

Они обладают в отношении микробов и грибов бактерицидным и фунгицидным (убивающим) действием, а присутствие их в остаточных количествах после обработки оказывают угнетающее действие на структуры микробов и грибов, обеспечивающих процесс их роста и размножения. Рабочие растворы бактерицидных и фунгицидных средств, как правило, по токсичности не превышают требований 4 класса (малоопасных) веществ, что дает возможность использования их в присутствии людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Строганов В.Ф., Сагадеев Е.В.* Биоповреждение строительных материалов// Строительные материалы. 2015. № 5. С. 5-9.
2. *Ерофеев В.Т., Федорцов А.П., Богатов А.Д., Федорцов В.А.* Биокоррозия цементных бетонов, особенности ее развития, оценки и прогнозирования// Фундаментальные исследования. 2014. № 12-4. С. 708-716.
3. *Рыкунова М.Д., Калатози Э.К.* Экобезопасность как определяющий фактор проектирования строительных композитов// В сборнике: Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 30-летию аварии на Чернобыльской АЭС. Брянский государственный инженерно-технологический университет. 2016. С. 118-120.
4. *Чепелева К.В., Никитина О.С., Банникова А.С., Сиротская К.В.* Технологии биоминерализации: возможности и перспективы использования// Эпоха науки. 2016. № 8. С. 226-233.
5. *Комохов П.Г., Чуркин А.Ю.* Биокоррозия строительных материалов и меры борьбы по мере её развития// В сборнике: Ресурсосберегающие технологии в транспортном строительстве и путевом хозяйстве железных дорог. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической интернет-конференции. - 2006. С. 73-75.

ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И КОРРОЗИЯ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

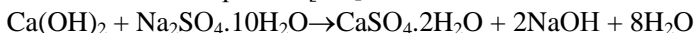
Наличие проблем в окружающей среде является ярким признаком коррозионного воздействия на строительные конструкции из неорганических минеральных вяжущих.

Парниковый эффект является одной из самых серьезных и трудно-разрешимых экологических проблем. Парниковый эффект в первую очередь обусловлен диоксидом углерода (углекислым газом), но его вызывает также фторсодержащие газы, такие как фреон, метан, закись азота (веселящий газ), а также диоксид серы.

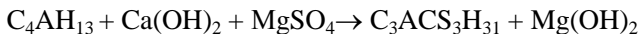
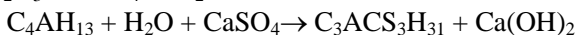
Любые материалы, в том числе и изделия из цемента и бетона со временем в условиях своей службы подвергаются коррозионному воздействию, поэтому стойкость бетонных сооружений является приоритетной задачей, как и создание коррозионностойких материалов.

Парниковые газы растворяются в дождевой воде и воде океанов, повышая их уровень кислотности (рН-среды), что повышает их агрессивность в отношении строительных конструкций. Действие воды и водных растворов неорганических и органических веществ (кислот, солей, оснований), а также кислых газов в условиях службы бетонных и железобетонных конструкций приводит к разрушению бетонного и цементного камня. Причины разрушения заключаются в химическом взаимодействии агрессивной среды и составляющих бетона.

Грунтовые воды очень часто представляют собой растворы сульфатов. Они вступают в реакцию с составляющими бетона: гидроксидом и гидроалюминатом кальция. Продукты взаимодействия имеют значительно больший объем, чем исходные соединения и поэтому вызывают разрушение бетона за счет разбухания и искривления конструктивных элементов. Вода с солями сульфатов кальция, магния, натрия проникает по порам внутрь бетона, взаимодействует с гидроксидом кальция и алюминатными минералами[1-4]:

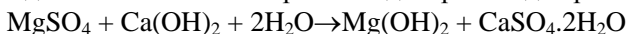


Сульфат натрия и сульфат кальция при взаимодействии с гидроалюминатами кальция образуют гидросульфоалюминат состава $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$.



Гидросульфоалюминаты кальция занимают больший объем (более чем в два раза), чем исходные алюминаты. Таким образом и возникают внутренние напряжения, превышающие предел прочности цемента при растяжении.

Поэтому часто такой вид агрессии бывает более опасным. Следует отметить, что процесс образования гидросульфоалюмината возможен, например, и в зоне контакта при нанесении гипсовой штукатурки, но чаще всего сульфатное разрушение бетона проявляется в сооружениях, работающих в условиях действия морской воды, так как концентрация сульфатов в морской воде составляет 2,7 г/л в расчете на ион SO_4^{2-} . При действии на бетон морской воды происходит реакция:



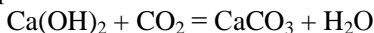
Образующийся гипс взаимодействует с алюминатами кальция с образованием гидросульфоалюминатов кальция, в результате кристаллизации происходит разрушение бетона.

Карбонатная или углекислая коррозия. Этот вид коррозии характеризуется своими специфическими чертами. Углекислота, содержащаяся в природных водах, находится в химическом равновесии с теми ионами, которые образуются при ее действии на цементный камень, а именно $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и CaCO_3 , т.е. ионы HCO_3^- , CO_3^{2-} и Ca^{2+} .

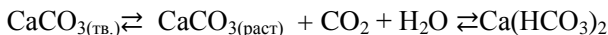
В результате природных процессов в воде протекают обратимые реакции:



Плохо растворимые карбонаты переходят в растворимые гидрокарбонаты. В бетоне или цементном камне эти процессы идут следующим образом:



С твердым карбонатом реагирует лишь часть углекислоты, которая обеспечивает установление химического равновесия. Растворенный карбонат находится в равновесии с твердым карбонатом породы и в прилегающем к нему слое воды будет создаваться следующее равновесие:



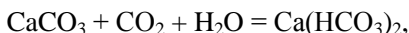
Растворение твердого карбоната может вновь начаться лишь при условии повышения концентрации CO_2 или уменьшения концентрации $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. В этом случае растворится некоторое дополнительное количество карбоната, после чего установится равновесие уже при других значениях концентраций всех растворенных веществ, участвующих в равновесии.

Равновесная углекислота, не способная растворять карбонатные по-

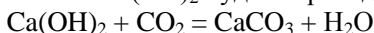
роды, не способна оказывать коррозионное действие на бетон. В данном случае образующиеся карбонаты способствуют укреплению и уплотнению его наружного слоя за счет заполнения пор и капилляров мелкими кристаллами CaCO_3 .

Иначе будет обстоять дело, если в воде имеется свободная углекислота, не находящаяся в равновесии с $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. В этом случае у поверхности цементного камня вначале растворится карбонатная пленка [5-6].

:



а затем $\text{Ca}(\text{OH})_2$ будет переходить в CaCO_3 и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$:



Указанный процесс со временем будет перемещаться внутрь бетона, причем понижение концентрации извести, выщелачиваемой в виде гидрокарбоната кальция, повлечет за собой разложение гидросиликатов и гидроалюминатов кальция.

При изучении химических факторов коррозии бетона следует рассматривать как химический и минералогический составы бетона, его капиллярно-пористую структуру, так и состав агрессивной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Осокин А.П., Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В.* Цементы с повышенной коррозионной стойкостью. – Москва, 2002.
2. *Самченко С.В.* Электронно-микроскопические исследования цементного камня, подвергнутого сульфатной агрессии//Цемент и его применение. 2005. № 1. С. 36
3. *Самченко С.В.* Роль этtringита в формировании и генезисе структуры камня специальных цементов. Монография, Федер. агентство по образованию, РХТУ им. Д. И. Менделеева, Издат. центр. Москва, 2005., 154 с.
4. *Самченко С.В., Макаров Е.М.* Карбонизация гидратных составляющих портландцемента, алюминатного и сульфоалюминатного цементов//Техника и технология силикатов. 2013. Т. 20.№3. С. 27-29.
5. *Самченко С.В., Суворова А.А.* Влияние CO_2 на гидратацию алюмоферритов кальция// Техника и технология силикатов. 2005. Т. 12. № 3-4. С. 31.
6. *Самченко С.В.* Устойчивость этtringита при воздействии углекислоты// Техника и технология силикатов. 2002. Т. 9. С. 14.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛА. ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЕ. ОЧИСТКА

Технология стекла включает две основные стадии: подготовку сырьевых компонентов с получением шихты и стекловарение с выработкой стеклоизделий. Именно при подготовке компонентов сырья в составных цехах стекольного производства образуются твердые отходы в виде пыли [1-3].

Составные цеха - наиболее запыленные из-за неудовлетворительных конструкции и герметичности применяемого оборудования. Главным компонентом шихты стекол является кварцевый песок, SiO_2 (50—75% массы готового стекла). В состав шихты вводят также Na_2CO_3 , доломит, K_2CO_3 , сульфаты, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и NaNO_3 , H_3BO_3 , PbO и Pb_3O_4 , ZnO , As_2O_3 , фтористые соединения и наибольшая потеря пыли приходится на известняковую группу и группу характерно для доломита, известняка, полевого и плавикового шпатов, Na_2CO_3 и H_3BO_3 (до 85% от общего количества пыли).

Количество образующейся пыли составляет 1,6% от массы приготавливаемой шихты стекольных заводов. В воздушной среде при формировании шихты образуется 60—70% частиц пыли размером меньше 5мкм, длительно сохраняющихся в воздухе.

Пыль оказывает фиброгенное действие и общетоксичное действие. На внутренние органы человека самое большое влияние оказывают частицы SiO_2 .

Их размер составляет 1-2мкм, Долгое воздействие частиц SiO_2 приводит к фиброзу легких и к силикозу. 50% от всей пыли составляет пыль доломита, обладающая фиброгенным действием. Пыль, состоящая из известняка CaCO_3 и соды Na_2CO_3 , вызывает воспаление слизистой оболочки носа и приводит к конъюнктивиту.

Пыль H_3BO_3 повреждает кожу. В производстве специальных стекол, хрусталя, и эмалей используют высокотоксичные материалы, содержащие PbO и Pb_3O_4 . Соединения свинца поражают все внутренние органы человека. В производстве стекла используют As_2O_3 как осветлитель, являющийся сильным ядом, разрушающим вегетативную нервную систему, приводящему к параличу кровеносной системы.

Отравляющая доза As_2O_3 , составляет 0,01-0,052 г. Объёмы воздуха с пылью при подготовке шихты составляют: при сушке 1300—1500 м³/т, при помоле и дроблении 100-150 м³/т, при просеивании 300-400 м³/т. Для обеспыливания воздуха и используются двухступенчатые установ-

ки [4-5]. Они состоят из циклонов и мокрых пылеуловителей, после которых растворы Na_2CO_3 и Na_2SO_4 используются для увлажнения шихты. Осажденная пыль из циклонов возвращается в производственный процесс.

Пыль отделяется в циклонах в центробежном поле под действием центробежной силы. Пыль, попадая внутрь аппарата со скоростью 15-23 м/с, прижимается к его стенкам и скатывается на дно циклона под действием силы тяжести.

Для мокрого удаления пыли используют гидродинамический пылеуловитель. Это пенный однополочный аппарат непрерывного действия, который разгружает осажденные материалы в виде шлама или раствора. Для обеспечения максимального удаления пыли на стадии подготовки сырьевых компонентов в составных цехах необходимо полностью механизировать подготовку материалов для составления шихты и установить герметичное оборудование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шапилова М.В., Тимофеева И.Т.* Охрана окружающего воздуха в стекольной промышленности. М.: Легпромбытиздат, 1992. 176с.
2. *Тимонин А.С.* Инженерно-экологический справочник. Учебное пособие в 3х томах – Калуга: Изд-во Бочкаревой, 2003. 917+884+1024 сс
3. *Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р.* Промышленная экология: Учеб. пособие для вузов / Пер. с англ. под ред. проф. Э.В. Гирусова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. 527 С.
4. *Зиганшин М.Г., Колесник А.А., Посохин В.Н.* Проектирование аппаратов пылегазоочистки. М.: «Экопресс – 3М», 1998. 501с.
5. *Ветошкин А.Г.* Процессы и аппараты пылеочистки. Пенза: 2005. 210 с.

СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Студенты 4 курса 12 группы ИСА Бучнев Б.С., Романенков А.Н.
Научный руководитель- доц., канд.техн.наук, доц, И.В. Рубцов*

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ Г. ЧЕЛЯБИНСКА АЛЕКСАНДРО-НЕВСКОЙ ЦЕРКВИ

Основой управления качеством строительной продукции является установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня строительной продукции при ее проектировании, производстве и эксплуатации здания, осуществляемое путём систематического контроля и воздействия на влияющие факторы.

Например, задачей реконструкции, в некоторых случаях является сохранение здания для возможности дальнейшей его эксплуатации. Одной из причин необходимости реконструкции могут являться различные аварийные ситуации, а также предшествующие перепланировки без учёта требований целесообразности и должного уровня мониторинга, что негативно сказывается на качестве существующих зданий и конструкций.

Примером такой реконструкции является здание Александроневской церкви в г. Челябинске, которая была построена в 1912 г. Её функциональное назначение и планировка за время существования менялись неоднократно.

В здании был локальный пожар, а последний раз оно было использовано в качестве концертного зала, что повлияло на качество конструкций здания.

В настоящее время церковь находится в ограниченно-работоспособном состоянии по ряду причин, выявленных в результате визуального и инструментального обследования: трещины на фасаде, намокания перекрытия, трещины в куполе, трещины в сводах, отклонение пилонов от вертикали.

Основной причиной всех этих дефектов являются многочисленные перепланировки, изменения расчетной схемы конструкций. Так, в центральной части здания были удалены воздушные связи, что и повлияло на положение пилонов. Для повышения качества конструкций в составе противоаварийных мероприятий необходимо восстановить воздушные связи.

В рамках инструментального обследования конструкций проверялась прочность кирпичной кладки ударно-импульсным методом с по-

мощью измерителя прочности строительных материалов «ОНИКС-2.5/2.6». В приборе реализован двухпараметрический метод измерения результатов (ударный импульс + отскок), что повышает достоверность получаемых результатов.

Испытания проводились в 7 точках на предварительно подготовленной поверхности, зачищенной от следов лакокрасочного, штукатурного или иного покрытия.

Таблица 1

Результаты определения прочности кирпича

№ зоны	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Прочность в кг/см ²	65,97	82,74	96,15	72,91	118,8	108,93	136,19

Среднее значение прочности a , определяемое зависимостью $a_{cp} = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{n}$ (где $n=7$ - число испытаний), в результате расчетов принимает значение $a = 97,38$ кг/см².

Однако, в нашем случае, при достаточно большом статистическом разбросе, необходимо знать не только среднее значение, но и доверительный интервал при заданной вероятности.

В практике инженерных расчётов принимается 95% вероятность события. При такой вероятности значения исследуемого параметра лежат в так называемом двухсигмовом интервале, т.е. $a = a_{cp} \pm 2 \cdot \sigma$, где σ – среднее квадратичное отклонение, определяемое зависимостью:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(a_i - a_{cp})^2}{n - 1}}$$

В итоге, согласно [2] получено значение кирпичной кладки $R=0,6$ МПа.

В рамках обследования был выполнен эксперимент по определению усилий затяжки воздушных связей.

Эксперимент предусматривал приложение горизонтальной нагрузки, равной 40 кг к середине пролёта воздушной связи. При этом определялась величина прогиба. После обработки данных эксперимента было принято максимальное усилие затяжки равным 30 т.

В этом случае усилие на каждый стержень составит 6 т. В качестве стержней примем арматуру диаметром 16 мм А400: допустимое усилие нагружения для неё составит: $2,01 \text{ см}^2 \cdot 4000 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} = 8040 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$, что обеспечивает почти полуторакратный запас прочности. Но для такого диаметра арматуры длина заделки составляет почти 2,7 м, что затруднено с технологической точки зрения.

Приемлемой глубиной бурения является 1,9 м (бур + удлинитель). В связи с этим увеличим диаметр арматуры до 25 мм, а диаметр отверстия до 30 мм.

Периметр отверстия при этом составит 9,4 см. Глубина заделки 1500 : 9,4 = 160 см. Окончательно принимаем глубину анкеровки 1,8 м. Пробуренное отверстие должно быть очищено от продуктов бурения путём продувки и заполнено цементным или пескоцементным составом с прочностью не менее 50 МПа.

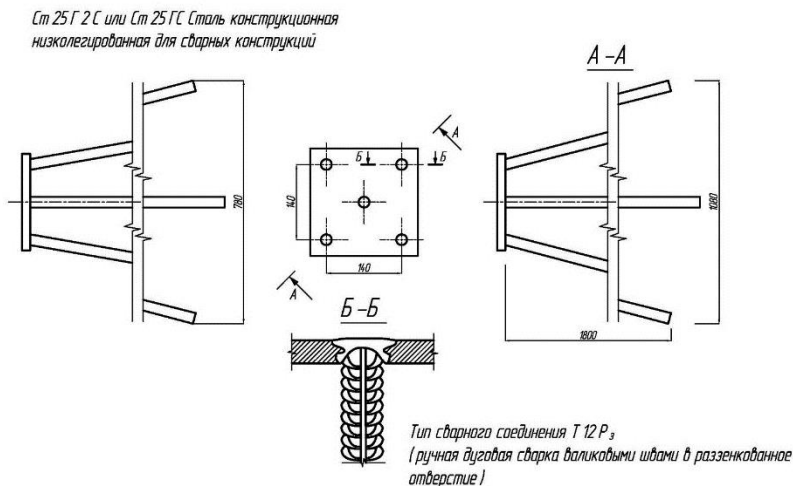


Рис. 1. Сборочный чертеж анкерного крепления

В результате обследования были выявлены недочеты предшествующей реконструкции и предложены решения по повышению качества строительной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» – М., 2003 г.
2. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции.

*Студентки 2 курса 35 группы ИСА Быканова М.С., Егорова Н.В.
Научные руководители - доц., канд.техн.наук, доц. С.В. Баринов, зав.
лабораторией кафедры КБС В.Г. Воропаева.*

О ПРОБЛЕМАХ КАЧЕСТВА ПЕРВИЧНЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ - ОГNETУШИТЕЛЕЙ

При строительстве зданий социального и общественного назначения предусматривается обеспечение указанных объектов первичными средствами пожаротушения - огнетушителями.

Ежегодно в России погибает от пожара около 10 тысяч человек. По численности погибших в год на 1 млн жителей Россия, к сожалению, опережает развитые страны в несколько раз.

Количество пожаров и погибших можно значительно снизить, если воспользоваться при начавшемся возгорании качественными первичными средствами пожаротушения - огнетушителями.

Цель работы: изучить вопросы качества по первичным средствам пожаротушения – огнетушителям.

В связи с поставленной целью - ознакомиться с нормативными документами, касательно требований к изготовлению и эксплуатации огнетушителей, а также проанализировать опубликованные материалы экспертов.

Посетить объект (участок №5 ВДПО г.Москвы) для осуществления практического навыка по приведению в действие порошковых, углекислотных, водно-эмульсионных огнетушителей.

Экспертами ассоциации «Союз 01», департамента надзорной деятельности МЧС России, НИИ противопожарной обороны МЧС России проведены испытания нескольких сотен марок огнетушителей. По заключению экспертов, более половины огнетушителей не справились с импровизированными модельными очагами возгорания. После крупных пожаров в торговом центре «Адмирал» в Казани, в библиотеке ИНИОН РАН в ассоциацию производителей пожарно-спасательной продукции и услуг поступило много обращений с просьбой о проверке огнетушителей, используемых на объектах массового пребывания людей. При проверке 65% образцов порошковых огнетушителей не оправдали себя.

Порошковые огнетушители на ранних стадиях возгорания являются самыми доступными и распространенными средствами пожаротушения. Они универсальны в применении, способны работать при температуре от -50°C до +50°C, у них высокая огнетушащая способность. Могут тушить твердые горючие вещества, горючие газы, горючие жидкости, электрооборудование под напряжением.

Главным активным компонентом порошковых огнетушителей является фосфат аммония, который по цене является дорогим веществом. Производители, экономя на дорогом средстве, вместо него зачастую используют дешевый бикарбонат натрия, а он не в состоянии загасить все классы пожаров, указанных выше; нередко в огнетушители засыпают фальсификат, окрашенный мелом. Разумеется, потушить объемный очаг фальсификатным веществом не удастся.

Обращение на отечественном рынке некачественных огнетушителей - серьезная проблема, причина которой, отсутствие в настоящее время органа, обладающего компетенцией и полномочиями для прекращения поступления фальсификата на отечественный рынок. В Российской Федерации в настоящее время используются порошковые, водно-эмульсионные, углекислотные и пенные огнетушители. Их производят более 50 компаний.

«Огнетушители подлежат обязательной сертификации на соответствие положениям Технического регламента о требованиях пожарной безопасности»[1].

В настоящее время наличие сертификата соответствия требованиям техрегламента является единственным элементом контроля в системе производства и использования продукции аварийно-спасательного и пожарного назначения [2]. В России на сегодня находятся в действии более 200 сертификатов соответствия на огнетушители отечественного и мирового производства.

Однако, наличие сертификата не гарантирует того, что указанная продукция соответствует требованиям пожарной безопасности. К сожалению, в России контроль над качеством продукции пожарно-технического и аварийно-спасательного назначения отсутствует.

В нашей стране нет также единого органа, который регламентирует работу предприятий, производящих огнетушители.

Главный контролер производителя - его совесть. Но идти на сделку с совестью многие не опасаются, так как за нарушение предусматриваются небольшие административные штрафы. Отсюда-безнаказанность подталкивает производителя фальсифицировать внутреннее содержание баллонов, уменьшать необходимое количество фосфата, включать «левые» ингредиенты, устанавливать некачественные запорные механизмы.

Кроме того, для выявления нарушений установлены барьеры: по закону прокуратура обязана за 5 дней предупредить производителя о предстоящей проверке. Этого времени хватает для того, чтобы «достойно» подготовиться к проверке.

Оборот некачественной продукции является комплексной проблемой, обусловленной несколькими причинами. Основная из них – не-

добросовестная конкуренция (снижение себестоимости продукции в ущерб её качеству).

Некоторые испытательные лаборатории идут на нарушение порядка проведения сертификации огнетушителей.

Отсутствует действенный механизм надзора за продукцией, которая находится в обращении от начала действия сертификата до планового контроля.

Отсутствует контроль качества при перезарядке огнетушителей. «Недостаточна эффективность контроля над деятельностью аккредитованных органов по сертификации, испытательных лабораторий и аттестованных экспертов в области подтверждения соответствия пожарно-технической продукции» [1].

Вывод. Специалисты департамента надзорной деятельности и профилактической работы совместно с ФГБУ ВНИИПО МЧС России рекомендуют выработать следующие меры: в целях повышения качества необходимо решить несколько первоочередных задач: разработать эффективные механизмы контроля качества пожарно-технической продукции. Для этой цели привлечь представителей изготовителей и потребителей пожарно-технической продукции, а также представителей системы подтверждения соответствия; анализировать срабатывание и эффективность работы огнетушителей; разработать механизм контроля аккредитованных лабораторий по испытанию огнетушителей; привести гармонизацию отечественных стандартов в соответствие с международным опытом; виновных лиц за изготовление и поставку огнетушителей ненадлежащего качества привлекать к ответственности по результатам расследования пожаров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Макеев А., Фадеев В.* Первичные средства пожаротушения-вопросы качества// Противопожарная защита. Пожарная автоматика. Средства спасения. 2017.С.42-43.
2. *Хакимова Е.* Огне~~НЕ~~тушители// Мир новостей. 6 января 2014 года,С.12.

*Студенты 4 курса 34 группы ИСА Дереджи Альперен,
Илларионова Я.А.*

*Научные руководители - доц., канд.техн.наук, доц. С.В. Баринов; доц.,
канд.техн.наук, доц. Ермаков А.С.*

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ ЗДАНИЙ

На сегодняшний день автоматизация строительства и эксплуатации строительных сооружений представляют собой современное направление в строительстве, которые за короткое время может обеспечить высокий уровень качества строительных сооружений и безопасную и комфортную их эксплуатацию [1]. Наиболее перспективным направлением комплексного учета информационных данных, контроля и адаптации параметров конструкции здания, архитектурно-проектного его решения, и технологических оптимальных условий поддержания его существования и функционирования на всем протяжении жизненного цикла продукта является применение ВІМ-технологий в индустрии строительства [2, 3]. ВІМ-технологии обеспечивают также эффективное управление данными о функционировании здания, что может позволить не только сократить срок реализации проекта, но и значительно упростить обслуживание здания, продлить его срок службы. Однако в литературе отсутствуют сведения о метрологическом обеспечении и требованиях к средствам измерения в данных системах [4, 5, 6, 7]. Отсутствие сведений о требуемых метрологических характеристиках средств измерения и контроля может не позволить эффективно развивать ВІМ-технологии в России. Общие параметры микроклимата в зависимости от назначения помещений могут быть заданы в нормативно-технической документации по данным видам зданий и помещений от ГОСТ до Правил эксплуатации [4, 5, 8]. В настоящее время всё больше возрастает актуальность возведения сооружений с автоматизацией процессов микроклимата помещений. Приточно-вытяжная вентиляция зданий может иметь различные структурные схемы управления с реализацией в них как контрольно-измерительных приборов, систем диспетчеризации в ручном или автоматическом режиме изменения и поддержания параметров микроклимата. Мониторинг зданий осуществляется как с применением периферийного контрольно-измерительного оборудования, так и интегрированных в общую систему управления отдельных ее элементов. В работе проанализированы принципиальные схемы управления приточно-вытяжной вентиляцией помещений зданий. Установле-

на взаимосвязь между разновидностью составом контрольно-измерительных приборов и параметрами микроклимата помещений и их характеристиками. В состав приточно-вытяжной вентиляции входят вентиляционные каналы по которым идет подача и удаление воздуха, нагревательные и охлаждающие воздух устройства, датчики измерения температуры и давления воздуха, контролеры, оценивающие работу системы по контролируемым параметрам и включающие или выключающие интенсивность подачи, нагрева или охлаждения воздуха.

Все средства измерения и контроля в системе подключаются к шкафу, который считывает все показания и передает их на монитор диспетчера. Который, в свою очередь, следит за всеми датчиками с одного компьютера. На мониторе отображается все состояние процесса, диспетчер может контролировать подачу теплого и холодного воздуха в здание, а также контролировать давление, состояние фильтров. Основную роль этого процесса играет точность показаний, которая зависит от класса приборов и их допустимой погрешности. Установлены высокие требования к датчикам температуры внутри помещения и датчикам температуры, подающих воздух. Требуется постоянный мониторинг, так как данные вентиляционные системы устанавливаются жилых помещениях. Применение данной автоматизированной системы измерений является одним из этапов освоения в строительстве BIM-технологий, которые позволяют выполнять точные расчеты затрат на эксплуатацию и обслуживание объекта на основе собранной воедино информации из различных источников и контрольно-измерительных систем, а также данных полученных с этапа строительства.

В развитии автоматизированной системы контроля микроклимата помещений может быть использована программное обеспечение. SODIS Building M [3], которое позволяет: вести непрерывный сбор информации, от различных датчиков; подключить любое оборудование через универсальную систему сбора информации; проводить визуализацию объекта, датчиков, оборудования через 3D модель объекта; представлять в 3D модели результаты мониторинга; иметь интерактивную среду для работы с 3D моделью и выполнять хранение и управление эксплуатационной документацией.

Автоматизированная контрольно-измерительная система приточно-вытяжной вентиляции включает несколько i -х частей измерения, передачи, обработки, представления, преобразования данных, каждая из которых может давать погрешности Δ_i в данных измерениях и влиять на общую погрешность $\Delta_{\text{общ}}$ измерения:

$$\Delta_{\text{общ}} = \sum \Delta_i$$

Требования к погрешности метрологических характеристик измерений должно удовлетворять известному выражению

$$\Delta_{\text{общ}} \leq \Delta_{\text{п.м.}} \cdot K,$$

где $\Delta_{\text{п.м}}$ – допуск на параметры микроклимата, представленные в нормативно-правовой документации [8] и K – коэффициент, зависящий от цели измерений и характера объекта.

Оптимизация состава метрологического обеспечения приточно-вытяжной вентиляции осуществляется на достижение максимальной экономической эффективности при полном обеспечении требуемых параметров микроклимата помещений здания. Таким образом для построения эффективной системы контроля микроклимата в помещении здания необходимо учитывать нормативы на применяемые средства измерения и контроля, правильно в соответствии со всем возможным диапазоном измерений и возможными рабочими условиями их функционирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизация инженерных систем для обеспечения оптимальных параметров микроклимата производственного предприятия / А.Ф. Тихонов и др. // Механизация строительства . 2013 . №12 . С. 56-58
2. *Шеина С.Г., Упенников Д.К.* Современные технологии, приборы и оборудования для трехмерного моделирования памятников архитектурного наследия // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №3 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/103TVN315.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/103TVN315
3. *Андрей Шахрамьян*, BIM-технологии в строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. [Электронный ресурс] // http://www.autodeskuniversity.ru/uploads/archive/presentation/268/AUR2015_SODIS.pdf (дата обращения 10.03.17г)
4. *Комкин, А.И.* Расчет систем механической вентиляции : учеб. пособие / В.С. Спиридонов, А.И. Комкин .— М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007 .— 184 с. — ISBN 978-5-7038-2950-9
5. Современные технологии контроля и измерений. / А.С. Ермаков - учебно-практическое пособие / НИУ МГСУ. Москва, 2015.
6. Справочник проектировщика. Строительная физика. / В.Блэзи. – Рекомендовано кафедрой архитектуры МИСИ в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Строительство». – ТЕХНОСФЕРА. Москва-2012г.
7. *Корольченко, Д. А.* Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды. [Текст] / Д. А. Корольченко, В. В. Холщевников // Пожаровзрывобезопасность. - 2015. - N 7. - С. 44-51
8. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция. СНиП 41-01-2003 - Heating, ventilation and conditioning, СП 60.13330.2012

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ДИЗАЙНЕ ОРИГИНАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Одной из первоочередных задач технического регулирования в строительстве является соблюдение норм и правил для достижения качества и безопасности сооружений.

Однако многим людям, даже на подсознательном уровне, хочется видеть не только качественное жилье, но и уникальность, и особый художественный образ его внешнего вида. Часто для строительства оригинальных сооружений приходится использовать альтернативные решения, представляющие собой особое архитектурно-строительное исполнение.

Переход к устойчивому развитию [1] предполагает обеспечение безопасности во всех отношениях, а всеобщая безопасность также реализуется на пути устойчивого развития. Обеспечение безопасности сооружений при создании их оригинальных решений, находящихся в противоречии с нормативными правилами, является актуальной задачей в творчестве архитектора, дизайнера ландшафта или при выработке требований потребителями с запросами на альтернативные, экстремальные или эксклюзивные услуги.

Изучив зарубежный опыт создания подобных объектов, были установлены современные требования к ним в виде схемы мер. Обеспечение безопасности оригинальных строительных сооружений с их устойчивым развитием (строительством, эксплуатацией и утилизацией при необходимости) достигается при соблюдении этих принципов, и прежде всего – нормативных положений по их безопасности (пожарной, устойчивости, надежности и др.), а также - общей Концепции развития территории [2].

Три главных составляющих градостроительной концепции – это экономическое развитие, социальный прогресс и ответственность за окружающую среду.

При создании альтернативных решений, противоречащих существующим нормативным требованиям и нормам, требуется выработать по каждому из них особые решения по защите, усилению устойчивости конструкции, ее прочности или по другому параметру для обеспечения общей безопасности сооружения и его использования.

При создании альтернативных решений требуется достижение шести целей:

- * Ц1 – предоставление доступа и обслуживания служб МЧС;
- * Ц2 – предотвращения распространения бедствия;
- * Ц3 – предоставления и обслуживания оборудования, обеспечивающего безопасность в ЧС;
- * Ц4 – идентификация угрозы и ее предотвращение;
- * Ц5 – разработка и внедрение планов кризисного управления;
- * Ц6 – соблюдение законодательных требований [4,5];
- * Ц7 – соблюдение общей Концепции устойчивого развития территории [3].

В зарубежной практике в Уставах некоторых организаций предлагает к исполнению пять основных принципов по обеспечению безопасности:

1. оценка возможных рисков;
2. составление плана действий в чрезвычайных ситуациях;
3. информирование клиентов о возможных рисках;
4. монтаж внутренней системы сигнализации (оповещения) в данных сооружениях;
5. обеспечение способы эвакуации людей владельцев и имущества.

Для подобных объектов могут быть созданы специальные нормативные правила проектирования и эксплуатации.

Есть три способа для осуществления оригинальных решений, не соответствующих существующим регламентам:

1. Привести в соответствие с СП, технич регламентом, СНиП, ГОСТ и т.п. НТД (данный способ самый простой).
2. Для оригинальных архитектурно-строительных решений разработать меры, средства и другие виды обеспечения безопасности и качества сооружений, если это оправдано (более сложный, но позволяющий разнообразить архитектурно-строительные решения).
3. Комбинация унифицированных стандартизированных решений и построение базовой оригинальной конструкции сооружения (самый сложный и нестандартный способ).

Способ, с помощью которого будут решаться проблемы творчества в архитектурно-строительных решениях для устойчивого развития урбанизированных территорий на соответствия регламентам, выбирается на основе доступных всевозможных ресурсов (применения оборудования, дополнений в конструкциях, защитных мер и средств).

Формирование общего художественно-архитектурного образа территория должен способствовать созданию привлекательного для проживающих имиджа территории, города или поселения [2]. При разработке имиджа территории используется прежде всего существующие

аттракции региона, ее историко-культурные образы и памятники и другое.

Для обеспечения безопасности могут быть созданы особые защитные меры (индивидуальные или коллективные) и сооружения.

Для подобных объектов (с экстремальными услугами) могут быть созданы специальные нормативные правила проектирования и эксплуатации.

Имидж территории может быть создан или улучшен за счет создания оригинальных архитектурно-строительных решений с использованием принципов просвещенного развития строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Щербина Е.В., Власов Д.Н., Данилина Н.В.* Устойчивое развитие поселений и урбанизированных территорий. 2016 г.
2. Брендинг территорий как фактор совершенствования социально-экономического развития региона России. [Текст] / Ермаков А.С. - В сборнике: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 12 частях. 2015. С. 33-34.
3. *Ермаков А.С.*, К посвящённому развитию индустрии строительства. [Электронный ресурс] / А.С. Ермаков, О.Г. Мухамеджанова О.Г. - Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов Международной научной конференции (16–17 ноября 2016 г., г. Москва) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (95,2 Мб). — Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017.
4. ГОСТР 57274.1—2016/EN 15643-1:2011 Устойчивое развитие в строительстве. Часть 1. Общие положения
5. ГОСТР 57274.2—2016/EN 15643-2:2011 Устойчивое развитие в строительстве. Часть 2. Принципы оценки экологических показателей

Студентка магистратуры 1 года обучения 22 группы ИСА

Костюченко Е.Г.

Студент 6 курса МГТУ им. Баумана Евич А.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. В.М. Черкина

СТАНДАРТЫ BIM-ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛОЩАДНЫХ ОБЪЕКТОВ

На современном этапе развития строительной отрасли наблюдается активное использование BIM - технологий. BIM-технологии представляют собой удачную попытку интеграции отдельных разноплановых сервисов, в наиболее общем случае включающих архитектурные, расчётно-прочностные, инженерные, нормативно-плановые, экономические (сметные) дисциплины и программные решения, в единую систему, объединённую, как правило, вокруг конструкторского ядра. Странники этого инновационного процесса пропагандируют необходимость создания BIM-стандарта на уровне государства, т.к. потенциальные выгоды от этого нормативного документа очевидны [1].

На сегодняшний день в России градостроительный кодекс и прочие нормативно-законодательные акты не определяют ни само понятие, ни потребность в информационном моделировании, в т.ч. при разработке проектной, рабочей, исполнительной документации. Нет указания, что должен сделать каждый участник проекта с позиций BIM-технологии.

В октябре 2016 г. на базе Научно-исследовательского центра «Строительство» были проведены предварительные открытые публичные обсуждения проектов нормативных документов, в частности Стандарта организации «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования».

Опубликованные документы вызвали большой резонанс в строительном сообществе. Сегодня многие компании столкнулись с необходимостью создания собственного BIM-стандарта. Что же такое BIM-стандарт?

Стандарт BIM-проектирования для выполнения площадных объектов (строительство промышленных и жилых зданий) - внутренний стандарт организации.

В нем четко описывается, кто какую информацию создает, кому передает, в какой момент жизненного цикла, в каком объеме и каких форматах. Рассматриваются следующие положения: распределение обязанностей между участниками процесса, процедуры обмена информацией, уровни детализации модели и другие вопросы. Стандарты BIM-проектирования, описывая взаимодействия всех участников процесса, используют понятие «уровень проработки LOD информационной модели (от английского level of development)» [2]. Например, уровни LOD

100 и 200 используются на этапе предварительных проектных решений. Соответствующие элементы могут иметь атрибуты только в виде требуемых габаритов. Модель уровня LOD 300 может использоваться для подготовки традиционной проектной документации, выполнения различных инженерных расчётов и др. LOD 400 соответствует проработке модели вплоть до выпуска рабочей документации.

Модели уровня LOD 500 используются на стадии эксплуатации зданий и оперируют с фактически получившимися элементами, которые могут и отличаться от заложенных в проект. Стоит отметить, что на каждом уровне LOD 100-400 осуществляется 3D-координация и проверка проектных решений, производство чертежей и спецификаций.

По тому же принципу формируются остальные блоки сводной модели: технологическая модель здания, внутренние инженерные сети, сметы и набор моделей участка под зданием, включая геологическую модель, геодезическую модель с подземными коммуникациями, инженерные сети на участке, общую планировку, транспортные стоянки и проезды, благоустройство, озеленение и т.д.

Существуют стандарты LOD, например, известный в мировой практике стандарт PAS 1192-2:2013, выпущенный британской организацией BSI (British Standards Institution).

Крупные строительные и проектные организации понимают первостепенную важность отработки именно информационного взаимодействия всех участников процесса создания строительных объектов от первоначальной идеи вплоть до утилизации по окончании срока эксплуатации, унификации этого взаимодействия и его автоматизации [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В. Талапов. Технология BIM: стандарты и классификаторы. Статья в интернет-ресурсе isicad.ru 26.01.2015 г.
2. BIM-стандарт организации ООО «НовоКАД» для выполнения площадных объектов с применением Revit® и AutoCAD® Civil 3D®. г. Владимир 2016 г. 115с.
3. С. Бенклян, Н. Новкович. BIM-стандарт организации. Назначение документа, состав и содержание разделов. Консалтинговая компания «Куратор». Autodesk University Russia 2015. Презентация в интернет ресурсе http://www.autodeskuniversity.ru/uploads/archive/presentation/257/AUR2015_Benklyan.pdf

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Данная статья направлена на изучение и анализ требований, которые предъявляются к специалисту по экологической безопасности (в промышленности) на основе профессионального стандарта утвержденного Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 591н от 31 октября 2016г. В том числе в статье будет проведено сравнение указанного документа с предыдущими аналогами.

В настоящее время вопрос о качестве специалистов, выпускаемых учебными заведениями весьма актуален. С одной стороны, его решение интересно будущим выпускникам университетов, с другой - работодателям, которые будут понимать, что из себя представляет новый работник и какие требования к нему можно и нужно предъявлять. Поэтому целью данной статьи является изучение особенностей указанного Приказа [1], а также ознакомление будущих студентов и выпускников НИУ МГСУ с требованиями, предъявляемыми к специалистам по экологической безопасности в строительстве.

В связи с тем, что вопросы экологии и охраны окружающей среды люди начали глобально рассматривать не так давно, в том числе в нашей стране год Экологии проводится впервые, следовательно большой потребности в подобном профессиональном стандарте ранее не было. В советские времена был разработан ГОСТ 24525.4-80 «Управление производственным объединением и промышленным предприятием. Управление охраной окружающей среды», обязывающий организацию контролировать количество выбрасываемых веществ, проверять соответствие показателей нормам ПДК, но не обязующий иметь специалиста в данной области. Позже на основе данного стандарта были выпущены типовые положения, регулирующие нормы и правила проведения мониторинга, разработки инженерных конструкций, направленных на очистку и обезвреживание вредных веществ, а также другие ГОСТы, контролирующие правильность проведения изысканий в области охраны окружающей среды. В связи с этим, будущему специалисту по экологической безопасности требовалось изучать большой комплект норм и правила из разных сфер деятельности, чтобы в общем представить будущую сферу ответственности или, как это часто бывает, вникать в смысл своей профессии уже непосредственно во время работы на определенном предприятии посредством должностных инструкций к нему

предъявленных. Однако, в таком случае эффективность подготовки представленного специалиста в высших учебных заведениях и их востребованность на рынке весьма невысокая.

Немного упростил задачу понимания зоны ответственности специалиста по экологической безопасности впервые введенный в действие в 2013 году ГОСТ Р 54694-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», согласовавший интересы и потребности строительной отрасли с требованиями экологического характера [2]. Но данный стандарт по-прежнему являлся списком требований к объекту, но не к специалисту в данной области.

Вышедший Приказ [1] об утверждении профессионального стандарта четко обозначает наименование вида рассматриваемого профессионального направления (код 40.117) - Обеспечение природоохранной деятельности в организациях промышленности, и его профессиональные функции.

Основная цель вида деятельности специалиста по экологической безопасности: создание комплекса организационных и технических мер, направленных на обеспечение экологической безопасности, минимизация негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности в промышленности на окружающую среду.

Из всех групп занятий, а также видов экономической деятельности, входящих в обязанности специалиста по экологической безопасности, мы выделили только связанные непосредственно со строительной сферой:

- 2133 Специалисты в области защиты окружающей среды;
- 2143 Инженеры по охране окружающей среды;
- 71.12.53 Деятельность по мониторингу загрязнения окружающей среды для физических и юридических лиц;
- 71.20.9 Деятельность по техническому контролю, испытаниям и анализу прочая;
- 74.90.5 Предоставление консультационных услуг в области экологии.

Согласно вышедшему профессиональному стандарту, для специалистов в данной области четко определяются профессиональные навыки, которыми они должны обладать на выходе из учебного заведения и обязанности: осуществление контроля выполнения требований в области охраны окружающей среды, разработка в организации мерпорядков по охране окружающей среды обеспечению экологической безопасности документальное оформление отчетности в соответствии с установленными требованиями; разработка в организации мероприятий по экономическому регулированию и управлению персоналом в области охраны окружающей среды.

На основании вышеизложенного нами был сделан вывод, что вышедший стандарт определяет профессиональные требования именно к специалисту, а не к объектам и предметам изысканий, строительству или правилам проведения мониторинга, что упрощает понимание студента и работодателя, какими навыками должен обладать профессионал в сфере экологической безопасности. Кроме того, данный документ объединяет в себе ГОСТы по изысканиям и стандарты по «зеленому» строительству, что, с одной стороны, предотвращает негативные последствия от строящихся зданий и сооружений, а с другой стороны, определяет порядок изысканий и минимизации негативного воздействия на уже построенные объекты [3]. Также в процессе анализа требований нами была выявлена связь между ГОСТом об экологических требованиях в строительстве и вышедшим Приказом, выраженная в утверждении «зеленых» стандартов в строительстве как на начальных стадиях проектирования, так и на стадии эксплуатации объектов и мониторинге отдельных территорий (данные функции являются профессиональными навыками будущих специалистов, а также неотъемлемой частью стандартов «зеленого» строительства [2]).

Надеемся, что данная статья поможет будущим специалистам по экологической безопасности более четко представить свои обязанности на выходе из высшего учебного заведения. В продолжение данной работы планируется провести широкий анализ утвержденных ГОСТов, касающихся охраны окружающей среды, произвести синтез полученных данных для создания общей системы нормативных документов в исследуемой области и упрощения поиска необходимых стандартов в разных сферах деятельности для специалиста по экологической безопасности в строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 591н от 31 октября 2016г «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)»».
2. *В.И. Теличенко, В. М. Ройтман, А.А. Бенуж.* Комплексная безопасность в строительстве. Уч.пособие. М.: Изд. МГСУ-МИСИ, 2015. 141с.
3. *Теличенко В.И., Бенуж А.А.* Совершенствование принципов устойчивого развития на основе опыта применения «зеленых» стандартов при строительстве Олимпийских объектов в Сочи // «Промышленное и гражданское строительство». 2014. №10. с.40-43.

*Студентка 2 курса 34 группы ИСА **Найденова Д.Ю.**
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц.
О.Г. Мухамеджанова*

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА СЖАТИЕ

На сегодняшней день измерения стали частью жизни человека и занимают в ней не последнее место, стоит уделять особое внимание результатом измерений и их обработки, так как самая незначительная ошибка может привести к серьезным нарушениям работы предприятий.

В эпоху всеобщей глобализации и создания новых технологий (в том числе и нанотехнологий [1] в производстве строительных материалов) одной из важных проблем в обеспечении качественного развития строительства [2] является оценка результатов измерений строительной продукции и их непосредственная обработка, с учетом всех характеристик, влияющих на точность и достоверность результатов. Также существуют противоречия как в интерпретации понятий «неопределенность измерений» в отечественных нормативно-технической документации, так и в рекомендациях и учебной литературе по его использованию [3]. На данный момент Россия переходит от понятия «погрешность» к «неопределенности», несмотря на это термин «погрешность» не теряет своей актуальности и находит применение к конкретному средству и методу измерения. Поэтому определение особенностей расчета неопределенности результатов измерений по сравнению с общепринятой практикой применения понятия «погрешность измерений» является актуальной задачей.

Поэтому в данной работе были обработаны результаты измерений прочности бетона на сжатие с учетом специфических особенностей. Для этого были изучены следующие нормативно-технические документы: ГОСТ 101180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.» дает представление о методе и средстве испытаний образцов, что помогает выявить влияющие факторы, ГОСТ Р 54500.1-2011 «Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009. Неопределенность измерений. Часть 1. Введение в руководство по неопределенности измерений.» и ГОСТ Р 54500.3 -2011 «Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения» указывают на максимально эффективный способ обработки и представление результатов измерений.

Также в работе представлен алгоритм выполнения расчета неопределенности результатов измерений по типу А и В, стандартной неопре-

деленности измерений. В результате испытаний в течение 6 месяцев определялась разрушающая нагрузка образцов куба размером 10x10 см на гидравлическом прессе. Из результатов измерений были исключены грубые погрешности (промахи) с помощью Критерия Граббса. Была рассчитана прочность бетона на сжатие. Была рассчитана неопределенность по прочности бетона на сжатие по типу А, которая учитывает разброс данных, возникающий из-за случайных погрешностей. Также была рассчитана неопределенность прочности бетона на сжатие по типу Б, которая складывается из-за неисключенных систематических погрешностей, которые складываются из площадь поверхности образцов, разрушающая их нагрузка, коэффициент расширения бетона, поправочный коэффициента. Была рассчитана суммарная неопределенность результата и расширенная неопределенность прочности бетона на сжатие с учетом коэффициента охвата, который учитывает доверительную вероятность.

Следует отметить, что подобные особенности при оценке неопределенности результатов измерений возникают каждой области, поэтому любое испытание требует индивидуального подхода

Таким образом, проведенные испытания строительного материала с применением методики оценки неопределенности измерений позволяют делать вывод об их качестве, но требуют применение индивидуального подхода для учета особенностей испытаний. Также для перехода проведения контроля качества строительных материалов с применением понятия неопределенность измерений потребуется разработка нормативно-методических документации по их регламентации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. *Yoon-Soo Jang*, Comb-referenced laser distance interferometer for industrial nanotechnology. /Yoon-Soo Jang, Guochao Wang, Sangwon Hyun, Hyun Jay Kang, Byung Jae Chun, Young-Jin Kim &Seung-Woo KimScientific Reports 6, Article number: 31770 (2016), doi:10.1038/srep31770
2. *Ермаков А.С.*, К посвящённому развитию индустрии строительства. [Электронный ресурс] / А.С. Ермаков, О.Г. Мухамеджанова О.Г. – Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов Международной научной конференции (16–17 ноября 2016 г., г. Москва) — Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017.
3. *Сулаберидзе В.Ш.* Проблема погрешности и неопределенности измеренияURL:n2.insu.ru/articles/arts/article_3.pdf (дата обращения 10.03.2017)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МОБИЛЬНЫХ ДОМОВ

Эффективное использование энергетических ресурсов для мобильных домов [1] - это достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии при соблюдении требований к охране окружающей среды [2] и обеспечения устойчивого развития в строительстве для автотуризма [3]. Эффективное использование энергии приводит к ее экономии, сокращении выплат по счетам за коммунальные услуги, и защите окружающей среды как следствие уменьшения потребления энергоресурсов и сокращения.

Применение современных математических и информационных методов по обследованию здания позволяет сократить сроки обследования и повысить его объективность.

В ГОСТах [4,5] к мобильным домам предъявлены нормы, обеспечивающие комфортные условия проживания: расчётной температуре внутреннего воздуха отапливаемых и отдельных помещений в доме; сопротивлению теплопередаче пола; параметрам наружного воздуха для отопления дома; воздухопроницаемости ограждающих конструкций отапливаемых домов и индекс изоляции от шума. Эффективное использование энергии зависит от микроклимата помещения, то есть от климата внутренней среды этого помещения, который определяется сочетанием действующих на организм человека температуры воздуха, скорости движения воздуха, относительной влажности, интенсивностью теплового облучения и температуры поверхностей [6].

Было проведено экспериментальное исследование теплообмена внутри помещения относительно координатам точки измерения по горизонтали X_2 и вертикали X_1 (см. табл. 1). Результаты эксперимента представлены в таблице 2. Используя статистические методы обработки данных [7], получаем уравнение зависимости между температурой Y и координатами помещения по горизонтали X_2 и вертикали X_1 :

$$Y = 24,2875 - 0,0925X_1 - 0,0425X_2 - 0,0225X_1X_2 \quad (1)$$

Проведенное исследование теплообмена внутри помещения выявило особенности показателей микроклиматических параметров, учет которых позволяет сделать вывод, что теплый воздух, нагретый от радиатора отопления, протекает по всей нижней части пола, затем поднимается вверх охлаждаясь в процессе, поэтому сверху воздух ниже по градусам, что и показали наши результаты исследования.

Таблица 1

Список факторов, заслуживающих внимание.

Наименование объекта	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
	-1	0	+1	
Координаты точки измерения по высоте (X1)	0,5	2,25	4,5	2,25
Координаты точки измерения по горизонтали (X2)	1	4	7	3

Таблица 2

Матрица планирования

№	Матрица планирования			Рабочая матрица		Результаты эксперимента			\bar{Y}_u	$S_u^2\{Y\}$
	X ₁	X ₂	X ₁ X ₂	Ко- орд. по гори- зонт. (X1)	Ко- орд. по верти- ти- кал. (X2)	Y ₃	Y ₂	Y ₃		
1	-	-	+	0,5	1	24,4	24,3	24,5	24,4	0,00167
2	-	+	-	0,5	4,5	24,4	24,4	24,3	24,36	0,000567
3	+	+	+	7	4,5	24,1	24,2	24,1	24,13	0,000558
4	+	-	-	7	1	24,2	24,3	24,3	24,26	0,0059

При разработке проектов мобильных домов невозможно использовать не только имеющиеся системы отопления и вентиляции, но и принципы их проектирования и конструирования, включая нормативные параметры для расчета. Особо следует подчеркнуть и то, что выбор отопительно-вентиляционной системы неразрывно связан с требованиями, предъявляемыми к микроклимату жилищ.

Предлагается решить проблему энергоэффективности мобильных домов следующими основными способами: применение на крыше солнечной батареи; уменьшения нагрева от солнца через лучистый теплообмен от солнца; зонирование помещений на секции по сохранению температуры; уменьшения теплопередачи за счет увеличения теплоизоляции полов и потолка и др. Мобильная гелиостанция (солнечная батарея) установленная на крыше автодома – это эффективный способ подзарядки аккумуляторов, от которых осуществляется электроснабжение жилого отсека автодома. При оснащении гелиостанции специальным коммутационным модулем ее можно использовать и для подзарядки

стартерных аккумуляторов. При этом зарядка батарей может происходить как в режиме движения автодома, так и на автостоянках.

Протекание процессов лучистого теплообмена с крышей и стенами дома определяется взаимным расположением в пространстве солнечных батарей (трансформируемой в компактный ящик при необходимости – при снегопаде, поездке и т.п.) и др. Система зонирования позволяет управлять температурой в нескольких зонах внутри здания. Каждая из зон имеет собственную независимую температурную настройку. Установки температуры в каждой зоне могут автоматически меняться в соответствии с требованиями пользователя. Это позволяет системе управлять температурными режимами в разных зонах в зависимости от характера их использования и занятости. Для мобильных домов температура на поверхности пола является важным показателем уровня комфорта жилища, а так как потолок может пропускать достаточное количество тепла, то надо прибегать к утеплению и потолка в том числе. Полученное в эксперименте взаимосвязь между температурой и координатами помещения показывает циркуляцию воздуха по вертикали и горизонтали (1) подтверждает необходимость проведения в конструкции мобильного дома утепления пола и потолка.

Предложенных мероприятия, приведут к повышению энергоэффективности, снижению затрат на ежемесячные платежи за коммунальные услуги и эксплуатацию здания, в том числе и мобильного дома.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ требований, предъявляемых к средствам размещения автотуристов. / Ермаков А.С., Корнеев А.А., Черепанов Д.А. – Сервис plus, 2014, с.65-70, DOI: 10.12737/3895
2. ГОСТ Р 51541-99 «Энергетическая эффективность. Состав показателей
3. К вопросу о развитии устойчивого автотуризма в России. / Ермаков А.С., Корнеев А.А., Руднева М.Я. - Сервис в России и за рубежом. 2014. № 7 (54). С. 87-97, DOI: 10.12737/7470
4. ГОСТ 25957-83 «Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация, термины и определения».
5. ГОСТ 22853-86 «Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия»
6. Справочник проектировщика. Строительная физика. / В.Блэзи. – Рекомендовано кафедрой архитектуры МИСИ в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Строительство». – ТЕХНОСФЕРА. Москва-2012.
7. Планирование и организации эксперимента. / А.С. Ермаков - Москва, 2015.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НА РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Российская Федерация после конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-Де-Жанейро в 1992 году стремится осуществить переход к устойчивому развитию [1], обеспечивающему решение социально-экономических проблем и задач, а также сохранению благоприятной окружающей среды и ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей всех поколений.

Все природные объекты в свою очередь образуют каркас, снабжающий население фильтрованным воздухом и пресной водой. Природный каркас территории [2] – это пространственные элементы, такие как долины рек, лесные массивы и т. д. Природный каркас позволяет удерживать устойчивость экосистемы. Ядрами же этого каркаса являются природно-территориальные комплексы, такие как природные парки, заповедники. Связывающим звеном между ядрами являются реки и долины, лесные массивы и т. п. Сохранение же этого каркаса на сегодняшний день – одна из важнейших задач устойчивого развития строительства на рекреационных территориях.

Создание комфортных и безопасных условий проживания при отдыхе ставит задачу развития индустрии гостеприимства на рекреационных территориях [3]. Устойчивое развитие строительства объектов индустрии гостеприимства требует также сохранения и приумножения рекреационного потенциала территорий, через выполнение нормативно-правового регулирования, построение рациональных инженерно-технических решений инфраструктуры, их эксплуатации и эффективного контроля на всех стадиях жизненного цикла, и прежде всего в момент их эксплуатации. Однако проблемам устойчивого регулирования строительства в РФ на рекреационных территориях уделяется недостаточное внимание [4, 5, 6, 7].

При формировании нормативно-метрологического обеспечения безопасности и эффективности инфраструктуры рекреационной территории необходимо вести системный анализ окружающей среды, учесть различные особенности архитектурно-строительного разнообразия решений, как экологических, энергетических и безопасности вопросов, так и социально-экономических проблем [8, 9]. Наибольшую прибыль, но также и проблемы для рекреационной территории представляют отдыхающие, и в особенности – автотуристы, посещающие эти террито-

рии на личном автотранспорте. Для устойчивого развития рекреационных территорий автотуристами нужна регламентация не только строительство специальных средств размещения, но и регулирования размещения личного автотранспорта на территории. Поездки автотуристов по лугам и лесам в сельской местности по дорогам, выбираемым ими только с учетом личных мотиваций приводит к уничтожению травяного покрытия на лугу, уничтожению молодых посадок деревьев и покрова под кронами деревьев в лесу. Одной из главных причин лесного пожара (более 60%) является неосторожное обращение человека с огнем. Введение ограничения посещения рекреационных территорий по уровням опасности противоречит самому принципу их назначения: наиболее приемлемый для отдыха период является лето, но он также и является наиболее пожароопасным. Контроль за соблюдением правил безопасности отдыхающими требует поиска эффективных методов контроля и регулирования [4, 6]. Устойчивое развитие строительства рекреационных территорий требует привлечение к контролю и регулированию такого субъекта права, который в большей степени, чем кто-либо заинтересован в сохранении и приумножении как природного потенциала территории, ее аттракций для туристов, сохранению культурно-исторического наследия, так и развитие территории через строительство сервисных предприятий и строений для отдыха и сна приезжающих. В зависимости от исходного состояния и наличия инженерной инфраструктуры местные власти могут накладывать ограничения и требования или вводить регламенты поощряющие тот или иной вид и параметры строительства объектов, пользования территорией и ее возможностями, накладывать жесткие требования на соблюдения требований экологической безопасности, энергетической эффективности, использованию местного социально-экономического потенциала территории. Для анализа угроз устойчивому развитию территорий и актуальности разработки нормативно-технической документации можно применить один из методов оценки рисков, а именно – матрицы вероятности и последствий. Выбор данного метода оценки риска нарушения гармоничного сосуществования человека и его деятельности (а в нашем случае и его отдыха), обусловлен отсутствием формализованных и количественных данных по вероятности наступления каждой угрозы и о последствиях проявления негативного воздействия, а также – отсутствия полного перечня угроз устойчивого развития строительства. Определив основные угрозы устойчивому развитию рекреационных территорий и снижения эффективности их развития можно выявить следующие способы и регламенты нормативно-метрологического снижения рисков: ввести возможность регламентирования принятия решений о строительстве для личного, общественного и административно-

хозяйственного строительства на рекреационных территориях, в том числе и на разрешение на локализацию площадок под строительство; регламентировать количество посещений территорий отдыхающими, и прежде всего на автотранспорте; рекомендовать применение экологически-чистого автотранспорта, материалов и изделий при строительстве; использовать по возможности имеющиеся бесхозные застройки, дома и сооружения в индустрии гостеприимства; привлекать как строительству, так и их эксплуатации профессиональные кадры из местного населения; получать лицензию на профессиональную деятельность через прохождение декларирования о соблюдении принципов устойчивого развития строительства и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указ президента РФ о Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию от 01.04.1996 г. № 440
2. Щербина Е.В., Власов Д.Н., Данилов Н.В. Устойчивое развитие поселений и урбанизированных территорий – НИУ МГСУ, 2016, 128с.
3. Ермаков А.С., К посвящённому развитию индустрии строительства. [Электронный ресурс] / А.С. Ермаков, О.Г. Мухамеджанова О.Г. - Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов Международной научной конференции (16–17 ноября 2016 г., г. Москва) — Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017.
4. Cherepanov D. A. Formation of normative-methodical maintenance of quality and safety of campsites./ D. A. Cherepanov, A.S. Ermakov, M. R. Gozalova , A. Ya. Korolchenko - MATEC Web of Conferences 86, 0 – 2016, DOI: 10.1051/mateconf/20168604037 IPICSE-2016
5. ГОСТ Р 57274.2-2016/EN 15643-2:2011 Устойчивое развитие в строительстве. Часть 2. Принципы оценки экологических показателей (2016)
6. Корольченко, Д. А. Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды. [Текст] / Д. А. Корольченко, В. В. Холщевников // Пожаровзрывобезопасность. - 2015. - N 7. - С. 44-51
7. ГОСТ Р 56548-2015/ISO/DIS/37101 Устойчивое развитие административно-территориальных образований. Системы менеджмента качества. Общие принципы и требования
8. СТО НОСТРОЙ 2.35.153-2014 "Зеленое строительство". Спортивные здания и сооружения. Учет особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания
9. СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 "Зеленое строительство". Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания

Студентка 4 курса 2 группы ИСА Помыканова А.А.
Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф.
О.Г. Феоктистова

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЧАСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА

Свет определяет биоритмы и жизненный тонус человека, тем самым обеспечивая нормальную жизнедеятельность. Недостаточное получение естественного света сказывается на эмоциональном и психологическом состоянии человека. Такая нехватка освещения, и усилия для опознания сигналов глазом может стать результатом нарушения нормального функционирования центральной нервной системы. Отсутствие достаточного количества естественного света оказывает влияние на работу зрительного аппарата, таким образом, определяя работоспособность человеческого глаза.

Мы знаем, что для того чтобы наш организм получал достаточно питательных веществ, нужно чаще находиться на свежем воздухе, в зоне естественного освещения. Порция естественного освещения положительно сказывается на иммунитете человека. Свет оказывает воздействие на вегетативную нервную систему организма, участвует в регулировании обмена веществ. Все это взаимосвязано с важными процессами жизнедеятельности.

Если говорить о работоспособности человека, то естественный свет непременно превосходит в пользу все искусственные источники освещения.

Для плодотворной и качественной работы человека необходимо следить не только за уровнем освещенности, но и контролировать качество освещения. Чтобы не допускать возможности возникновения несчастных случаев или же некачественного выполнения работ, важно соблюдать все необходимые правила и предписания, содержащиеся в сводах правил и санитарных правилах и нормах. [2], [3], [5]. Естественно, можно утверждать, что нехватка и не правильное естественное освещение становится угрозой здоровью и работоспособности человека.

Требования, предъявляемое к естественному освещению помещений:

1. Равномерность.
2. Предоставление необходимой освещенности рабочих мест и поверхностей.
3. Исключение отраженного и направленного прямого солнечного света, который может слепить работающих.

4. Достижение требуемой яркости окружающего пространства через обеспечение необходимого уровня освещенности и цветовой отделки поверхностей предметов интерьера.

Для оптимизации условий труда имеет большое значение освещение рабочих мест. Поэтому для соблюдения норм естественного освещения в строительной светотехнике иприменяется относительная величина – коэффициент естественной освещенности (КЕО). КЕО (e_M) показывает отношение значения величины естественной освещенности в лк (E_B), создаваемой в какой-либо точке М заданной плоскости внутри помещения светом неба, к величине одновременной наружной горизонтальной освещенности (E_H), создаваемой светом полностью открытого небосвода: $e_M = \frac{E_B}{E_H} \cdot 100\%$. [3]

Современные тенденции проектирования естественного освещения зданий направлены на повышение его эффективности и призваны обеспечить пользователям все преимущества естественного света.

Световые проемы – это важные элементы, от которых зависит решение самого здания с точки зрения архитектуры и, конечно, его интерьер. Необходимый световой режим в помещении зависит от положения, формы и размера светового проема. Разумное обеспечение помещения естественным освещением имеет огромное технико-экономическое значение, так как установка, различных по сложности световых проемов, влияет на их стоимость. Также это может привести к повышению эксплуатационных расходов на поддержание чистоты световых проемов, восполнение тепловых потерь через проемы зимой и ликвидацию избыточных теплопоступлений летом.

В настоящее время набирает оборот проектирование, в качестве источников естественного света, светопроводящих устройств – полых трубчатых световодов. Они состоят из приемника светового излучения (купол, являющийся собирающей линзой), светопроводящего канала (зеркальный тубус), передающего свет на расстояние за счет многократных отражений, а также из светораспределяющего устройства (диффузор), передающего свет из канала в помещение.

Расчет КЕО

Был рассчитан КЕО для трех вариантов естественного освещения помещения жилого здания, площадью 32 м².

1. Производился расчет КЕО помещения с окном, площадью 3 м².
2. Следующий расчет – помещение с комбинированным освещением (боковым – окно, площадью 1,36 м² и верхним – световоды).
3. И освещение помещения с помощью световодов.

По полученным данным можно отметить, что КЕО во всех вариантах освещения помещения удовлетворяет требованиям Сан-ПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. [5]

Наиболее эффективными являются варианты освещения помещения через оконный проем площадью 3 м² и полыми трубчатыми световодами. Оценка эффективности рассматриваемых вариантов проводилась путем определения теплопотерь.

Тепловые потери через окна определялись по стандартной методике, по формуле с учетом площади оконного проема и коэффициента теплопередачи. Тепловые потери от световодов приняты равными нулю.

Таблица 1

Результаты расчетных испытаний вариантов естественного освещения помещения

№	Пл-дь оконного проема, ма, м ²	Кол-во свет-ов	КЕО			Теплопотери, Вт	
			Окно	Свето-воды	Сум-ное среднее	окно	Световоды
1	3,00	0	0,789	-	0,789	297	Отсут-ют
2	1,36	4	0,2	0,345	0,545	170	Отсут-ют
3	-	9	-	0,812	0,812	Отс-ют	Отсут-ют

Выводы:

Использование полых трубчатых световодов позволяет достичь:

1. Сохранения таких положительных качеств естественного освещения, как непрерывный спектр света, природный ритм освещенности, соответствующий «биологическим часам» человека, что позволяет повысить работоспособность человека и повысить безопасность труда.
2. Экономии электроэнергии на искусственное освещение при недостаточном уровне освещенности помещения;
3. Заметной экономии средств на дополнительное отопление или кондиционирование за счет отсутствия тепловых потерь;

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соловьев А.К.* Физика среды. М.: АСВ, 2008. 341с.
2. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. М, 2011.
3. СП-23-102-2003 «Естественное освещение зданий». Свод правил по проектированию и строительству. М, 2003.
4. ГОСТ 24940-96 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности».
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». М, 2003.

Студентка 4 курса 1 группы ИСА Рафеевко В.В.
Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф.
О.Г. Феоктистова

«ПАНОРАМНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИОЛОГИЮ ЧЕЛОВЕКА»

При проектировании зданий учитывается множество таких факторов, как: способность конструкции выдержать действующие на нее нагрузки, соответствие здания климатическим условиям строительства, эстетичность и архитектурная выразительность, экономичность. Но наиболее важным фактором является то, насколько человеку комфортно находиться в этом здании. На комфорт, правильное и полноценное функционирование человеческого организма большое влияние оказывают светопрозрачные конструкции (окна), установленные в помещениях. В последнее время большое распространение получило панорамное остекление зданий – как общественных, так и жилых. Впервые такой вид остекления стали применять на юге Франции – в Провансе несколько сотен лет назад. Потому его очень часто называют «французским балконом» или «французским остеклением». В России и других северных странах из – за сурового климата панорамное остекление стало набирать популярность в последние 20 лет. Стремительное развитие технологий производства стекла, позволили сделать его прочным, тепло- и шумонепроницаемым. Но таким ли хорошим является панорамное остекление, каким оно представляется нам на первый взгляд?

В оценке архитектурной выразительности и эстетичности таких зданий мнения разделились на 2 фронта. Одни считают, что здания из стекла современны, они притягивают взгляд и являются эффектными за счет своей простоты. Другие же говорят, что это «холодные» и серые, не несущие за собой никакой архитектурной задумки сооружения. Отношение к пребыванию внутри помещений с панорамным остеклением также неоднозначно. У некоторых складывается ощущение, что они находятся как в аквариуме и за ними постоянно наблюдают. Другие же напротив, любят наслаждаться открывающимся видом из окна. Однако всегда следует помнить о том, что вид на море, лес прекрасен, но если вы находитесь в условиях развивающегося мегаполиса, нужно помнить, что завораживающий закат солнца через несколько лет может смениться стеной, построенного по соседству здания. Поэтому можно сделать соответствующий вывод: хорошо это или плохо зависит исключительно от предпочтений и физиологических особенностей отдельного человека. Основное назначение окон в помещениях обеспечение хорошей освещенности. При слабом свете человек испытывает трудности при

выполнении работы, а также ухудшается его общефизическое состояние. Панорамное остекление позволяет решить проблему недостатка естественного света. Чтобы понять насколько выше показатели естественной освещенности панорамного остекления по сравнению с обычным окном были проведены расчеты. В расчетах будем рассматривать помещение 5х3х3 м со следующими конструкциями: а) стена из силикатного кирпича с утеплителем из мин. ваты (0,5 м) и окно ПВХ (1,8х1,5 м); б) панорамное остекление ПВХ (3х3м). В расчетах принимаем двухкамерный стеклопакет (4-12-4-12-4 мм). Нормами устанавливаются значения коэффициента естественной освещенности (КЕО) для жилых зданий 0,5%. В результате расчетов было получено следующее значение КЕО: а) 1,55%, б) 4,7%. Т.е. для панорамного остекления мы получили превышение почти в 10 раз. Однако много света это не всегда хорошо. Последствия длительного пребывания в помещении с высоким уровнем освещенности: раздражение и покраснение слизистой оболочки глаз (конъюнктивит), ощущение сухости глаза, раздражительность, ощущение общего дискомфорта, нервное перевозбуждение. Кроме того в солнечную погоду наблюдается излишняя яркость, блеск света, что также неблагоприятно сказывается на человеческом организме. Важным фактором влияющим на качество микроклимата в помещении являются тепловые потери через ограждающие конструкции. Посмотрим, каким термическим сопротивлением обладают заявленные выше конструкции. Суммарное термическое сопротивление стены из кирпича и окна – $24,8 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, а панорамного окна $10,44 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. Требуемое сопротивление от поверхности такой площади для г.Москва – $28,44 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. Из – за окна мы получаем значительные потери тепла и с увеличением площади окон эти потери растут. Это хорошо видно на панорамном остеклении – термическое сопротивление почти в 3 раза меньше требуемого. Еще одним фактором влияющим на комфортное пребывание человека в помещении является допустимый уровень шума. Допустимый уровень шума для жилых зданий 20 - 30 дБ. Вообще восприятие шума является индивидуальным для каждого человека. Длительное воздействие шума отрицательно влияет на слуховой аппарат, происходят нарушения сна, появляется депрессия, головные боли, нарушения сердечно – сосудистой системы и других жизненно важных органов. Кроме того шум напрямую влияет на работоспособность человека – при сильном шуме снижается концентрация, внимание, быстрее наступает усталость. Основным источником шума в условиях больших мегаполисов являются автомобильные дороги (75 дБ). В ходе расчетов получено, что стеновая конструкция полностью поглощает такой уровень шума (до 76 дБ). А вот стекло совершенно не обеспечивает требования норм (44 дБ) - в помещение проходит 31 дБ, а это

не соответствует нормам. И чем больше размер окна, тем больше шума проникает в помещение.

И, конечно же, для любого человека важно чувствовать себя в безопасности. В случае со стеклом это особенно важно – чтобы панорамное остекление выдержало значительные нагрузки, его выполняют из специальных ударопрочных стекол (триплекс, закаленное стекло). Если у вас есть дети, то для их безопасности стоит устраивать дополнительные ограждения, а это, как правило, увеличивает стоимость конструкции в общем. Покажем, на сколько дороже обойдется панорамное остекление в сравнении с обычным окном.

Таблица 1

Затраты на устройство окон

Показатели	Окно (1800x1500 мм)	Сплошное окно (4800x2800 мм)
Стандартный стеклопакет	6178	15786
Установка	2160(35%)	10800 (69%)
Теплосберегающий	6605	18166
Солнцезащитный	7333	22214
Шумозащитный	6754	18996
Очистка (100 руб. м ²)	-	700 - 900
Шторы (жалюзи)	4000	8000
Устройство конвекторов	-	60000 - 140000
Доп. ограждения	-	13000-20000

Несмотря на то, что такое архитектурное решение является современным, привлекательным и необычным, оно имеет ряд недостатков: 1) не выполняется требуемая теплоизоляция помещений; 2) обеспечивается высокий уровень освещенности, который значительно превышает нормы, что влечет за собой другие отрицательные последствия; 3) недостаточная изоляция помещений от внешних шумов; 4) небезопасность конструкции; 5) высокая стоимость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соловьев А.К.* Физика среды. М.: Издательство АСВ, 2011. 352 с.
2. СП 23 – 102 – 2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий. М.: 2005.
3. СП 23 – 103 – 2003 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. М.: 2004
4. СП 23 -101 -2000 Проектирование тепловой защиты зданий. М.:2001.
5. *Борискина И.В, Плотников А.А., Захаров А.В.* . Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. М.: Издательство АСВ, 2005. 320 с.

АНАЛИЗ НОРМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО МОБИЛЬНЫМ СООРУЖЕНИЯМ

Наличие имеющихся достоинств мобильных домов [1,2] позволили сделать популярным видом жилья в различных регионах мира, и в особенности, в качестве временного, рекреационного, дачного и туристического жилья. Однако отсутствие анализа норм технического регулирования по мобильным сооружениям, основанного на изучения мирового и отечественного опыта, не позволяет сделать обоснованную оценку состояния и перспективы развития мобильного домостроения.

При капитальном строительстве здания и сооружения имеют некоторые недостатки [3]: длительные сроки строительства; большой вес сооружения; отсутствие возможности быстрой демонтажа элементов при необходимости перепланировки; значительные финансовые и трудовые затраты при транспортировке тяжелых конструкций и их элементов; отсутствие решений по трансформации общей территории проживания. Мобильные дома [4] не имеют данных недостатков и обладают определенными достоинствами: возможностью быстрой сборки или разборки без разрушения конструкции и материалов; возможность перемещения обычными видами транспортных средств; быстрой трансформацией объемно-планировочного решения в зависимости от требований потребителей; возможностью монтажа без применения тяжелого кранового оборудования и проведения земляных работ нулевого цикла. Решения проблем разработки, производства и эксплуатации мобильных домов в России и за рубежом являются особенно актуальным в год Экологии, когда встает остро вопросы о сохранении окружающей среды и обеспечение ее устойчивого развития [5].

Мобильное (инвентарное) дома [6, 7] – это дома или продукция заводского изготовления и поставки, конструкция которого обеспечивает возможность его перемещения. На сегодняшний день на мобильные здания и сооружения действует ГОСТы времён СССР. Самый первый ГОСТ по мобильным сооружениям был принят в 1983 году и применяется только для нужд строительства. А инвентарные дома для строительства являются производственно-хозяйственного назначения не комфортные для проживания. В ГОСТ 25957-83 [6] классификация домов выполняется по следующим признакам: тип их мобильности, климатическая зона применения и функциональное назначение. В данном ГОСТе кемпинги, как наиболее распространенная область применения мобильных домов, не включены в классификацию, более того на них

нет отдельных стандартов в России. Как известно [1, 2, 5] кемпинги – это один из видов мобильных сооружений для отдыха автотуристов. Также в ГОСТ 22853-86 [7] к мобильным домам предъявлены следующие нормы по: габаритам дома; термическому сопротивлению ограждающих конструкций; весу снегового покрова; расчётному значению ветрового давления; унифицированным нормативным значениям равномерно распределённых нагрузок от веса и действия людей, оборудования и мебели на пол дома; расчётной температуре внутреннего воздуха отапливаемых и отдельных помещений в доме; сопротивлению теплопередаче пола; параметрам наружного воздуха для отопления дома; воздухопроницаемости ограждающих конструкций отапливаемых домов; индекс изоляции от шума; требованиям к конструкции; требованиям к надёжности; требованиям к основным частям дома; а также комплектности; правилам приёмки, методам контроля; маркировки и упаковки, транспортированию и хранению; указаниям по эксплуатации домов и гарантиям изготовителя.

Европейские стандарты [8, 9] устанавливают требования к количеству передислокаций, границам и плану размещения дома; плотности, расстояниям и парковкам между домами, дорогам, освещению, электроснабжению, газообеспечению, канализации, хранению мусора и утилизации, рекреационной зоне, безопасности, экологичности материалов, энергосберегающим технологиям, интерьеру, а также независимость от инфраструктуры. В Европейских странах на мобильные дома активно развиваются и внедряются «зеленые» стандарты, такие как «BREEAM», «PromiseE», «Passivhaus» и «EU Green Building Program», «LEED», «Green Globes», «Model Green Homebuilding Guidelines», «Standard 189P», «LEED Canada» и «Built Green Canada», «Green Star», «NABERS» и «ABGR». Также активно внедряется система «умный дом», которая в автоматизированном режиме в соответствии с внешними и внутренними условиями задаёт и отслеживает режимы работы всех инженерных систем и электроприборов тем самым обеспечивает безопасность и ресурсосбережение, в том числе комфорт для всех пользователей. Мобильные здания с точки зрения отдыха для расселения туристов и при ЧС очень актуальны. Например, в связи со сложившейся ситуацией на Украине люди вынуждены бежать из собственных домов, а их размещение становится проблематично для страны, но представители Немецкого общества международного сотрудничества (GIZ) построили мобильные дома, в котором разместились более 400 человек. Также присутствие колёс позволит считаться мобильному дому не капитальным строительством. А это значит, что владельцу такого дома не требуются согласования на постройку и закладку фундамента. Поэтому на сегодняшний день данные ГОСТы требуют пересмотра, расширения

области применения, и создание по мобильным сооружениям не только для проведения строительства, но и для отдыха, временного размещения, пострадавших при чрезвычайных происшествиях, дачного жилья и для других случаев. Применение такого вида мобильного жилья позволяет в большей степени реализовать принципы не только устойчивого, но и просвещенного развития [10] рекреационных территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Состояние и перспективы развития автотуризма в Российской Федерации: монография / *Сахарчук Е.С., Ермаков А.С., Корнеев А.А., Черепанов Д.А.* – М.: РГУТИС, 2016 – с. 120
2. Анализ требований, предъявляемых к средствам размещения автотуристов. / *Ермаков А.С., Корнеев А.А., Черепанов Д.А.* – Сервис plus, 2014, с.65-70
3. Теория и практика использования быстровозводимых зданий. *Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю.* Под ред. д.т.н., проф. Ю.Н. Казакова - СПб.: "Гуманистика", 2004. - 472 с.
4. *Мироненко В. П, Цымбалова Т. А.* Мобильное жилье как функционально-типологическая разновидность индустрии современного домостроения / Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури – 2015 – № 9 (210)
5. К вопросу о развитии устойчивого автотуризма в России/*Ермаков А.С., Корнеев А.А., Руднева М.Я.* - Сервис в России и за рубежом. 2014. № 7 (54). С. 87-97.
6. ГОСТ 25957-83 «Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация, термины и определения».
7. ГОСТ 22853-86 «Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия»
8. Caravan Sites and Control of Development Act 1960 (8 & 9 ELIZ. 2 CH. 62) [Текст] // Her Majesty's Stationery Office, London, – 1986. – 44 p. (Национальный стандарт Великобритании).
9. Model Standards 2008 for Caravan Sites in England [Электронный ресурс]. Caravan Sites and Control of Development Act 1960 – Section 5 / Communities and Local Government. – London : Department for Communities and Local Government, 2008. – ISBN 978(1(85112(908(9).
10. *Ермаков А.С.*, К посвящённому развитию индустрии строительства. [Электронный ресурс] / А.С. Ермаков, О.Г. Мухамеджанова О.Г. - Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов Международной научной конференции (16–17 ноября 2016 г., г. Москва) — Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017.

*Студент 4 курса 35 группы ИСА Тактаев И.А.
Студент 3 курса 34 группы ИСА Николаев М.А.
Научный руководитель - ст. преп. Н.С. Шушунова*

ПЛАНИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА «ЗЕЛЁНОЙ» КРОВЛИ

Одной из проблем современных городов с плотной застройкой является образование теплового купола, поддерживающего температуру в городе на несколько градусов выше, чем за городом. В данной статье рассматривается возможное решение этой проблемы при помощи оснащения крыш зелёным модульным покрытием. Исследования с применением компьютерного моделирования, проведённые в Нью-Йорке, показали, что замена покрытий городских крыш на «зелёные» снизит среднюю температуру на 0.2 градуса в сутки. Более того, различные виды растений имеют коэффициент теплопоглощения, варьирующийся в районе 38-53,5%, а современные кровельные материалы, исполняемые в основном в тёмных тонах, поглощают от 70 до 95 % солнечной энергии, и их температура может превышать температуру воздуха более чем на 25 С.

Научные и экспериментальные лаборатории по разработке энергоэффективных технологических решений по созданию зелёных крыш были созданы во многих странах. К примеру, в Канаде, в Торонто, было произведено исследование, задействовавшее 33 вида модулей с разными растениями, чтобы выявить наиболее устойчивые к имеющемуся климату образцы. Оно показало также, что температура воздуха на поверхности таких крыш летом была до 20 градусов Цельсия ниже (при температуре 51 С в городе).

Исследования же в Москве показали, что применение зелёных крыш потребует соблюдения некоторых дополнительных нормативных требований, рамок и правил. Во-первых, для обеспечения отвода вод кровлю необходимо планировать с учётом уклона в 1,5-2% в сторону систем водоотведения. Сечения ригелей и плит перекрытий следует подбирать с учётом увеличившейся нагрузки. В связи с особенностями применяемой кровли может потребоваться более качественная гидроизоляция.

Также, при проектировании потребуется учесть следующие факторы:

-Климатические: атмосферные осадки; сезонные и дневные перепады температур; ветер; содержание в воздухе химически агрессивных веществ;

-Внутренние: механические нагрузки; жизнедеятельность насекомых и микроорганизмов, птиц.

- Для нашей широты характерны высокие колебания температур, как сезонные, так и ежедневные. Эти перепады провоцируют заметное расширение и сжатие материала в течение дня. Учитывая это, требуется подбирать материалы, характеризующиеся низким коэффициентом расширения, и применять технические решения, ограничивающие горизонтальное передвижение при колебаниях температур.

- Большое влияние на зелёное покрытие может оказывать ветер. Для предотвращения негативных воздействий следует оборудовать крыши дополнительным парапетом, оснащённым рассекателями воздушного потока.

- Система водоотведения является необходимой при устройстве любых крыш: для отвода дождевой воды и избытков полива используется дренажный слой, оснащённый гидроизоляцией и дождеприёмниками.

- Москва является городом, в котором наблюдаются высокие концентрации загрязнения воздуха. Чувствительность растений к химически активным веществам зачастую ниже человеческого, что может послужить причиной отмирания листьев и их некрозов.

- Существенный ущерб может быть нанесён различными насекомыми и микроорганизмами, живущими в условиях повышенной влажности. Некоторую угрозу представляют и птицы, способные выклевать плохо укоренённые растения. Защитой может послужить использование матовых неблестящих поверхностей, что снизит их привлекательность.

- Конструкция крыши должна быть рассчитана на повышение нагрузок, вызванное размещением модулей зелёных крыш. Нагрузки могут оказаться неравномерными и создать узлы повышенного напряжения в местах размещения тех или иных модулей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. / Машинский В.Л.- 2001 г., с. 7-14

2. World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2016, WMCAUS 2016 - том 161, стр. 1820-1826

Студентка 3 курса 34 группы ИСА Харичкова Е. В.
Научный руководитель – проф., д-р техн.наук, проф.
О.Г. Феоктистова

ДОКУМЕНТООБОРОТ НА ПРЕДПРИЯТИИ В РАМКАХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

Система управления охраной труда (СУОТ) - одна из составляющих системы менеджмента в организации. Главной целью данной системы является обеспечение безопасности трудовой деятельности рабочих на всех стадиях производственного процесса, создание условий, обеспечивающих своевременное устранение каких-либо нарушений норм по охране труда и предупреждающих возможность возникновения (устранение риска возникновения нарушений) [1]. СУОТ представляет собой комплекс мероприятий, которые направлены на защиту здоровья и жизни персонала. Данная система внедряется и реализуется с целью установления политики организации в сфере охраны труда.

Свидетельством о наличии СУОТ в организации являются нормативные документы, излагающие методы, обеспечивающие защиту здоровья персонала, и политику предприятия в сфере охраны труда. [2] Правильность оформления документов во многом определяет эффективность планирования и безопасность функционирования процессов в организации, являющихся основными задачами современного менеджмента.

Одним из первых этапов документооборота СУОТ является создание основной базы локальных нормативных документов и приказов. К таким документам относятся – положения о формировании СУОТ, об организации службы охраны труда и пожарной безопасности, аттестации рабочих мест, обучения персонала по охране труда, об ответственности в обеспечении безопасности, положения о предоставлении компенсации и льгот сотрудникам, работающим с опасными и вредными условиями труда и т.д. Так же формируется перечень законодательных и нормативных актов, содержащих отраслевые требования по охране труда.

Процесс реализации СУОТ на различных уровнях происходит в несколько этапов. На первом этапе осуществляется ознакомление ответственных за функционирование системы со своими обязанностями и построение системы ответственных лиц. Второй этап предполагает создание раздела в системе внутреннего документооборота организации под названием «Служба по охране труда», где в дальнейшем размещаются локальные документы, приказы, перечни, презентации, осуществляется архивация документооборота по охране труда за прошлые периоды. Для обеспечения эффективного функционирования документообо-

рота в штат организации вводится должность специалиста по охране труда по локациям. На следующих этапах осуществляется подготовка и проведение аттестации рабочих мест, систематизация информации по компенсациям и льготам по охране труда в соответствии с законодательством. Неотъемлемой частью системы является взаимодействие со службами компании, приводящими в соответствие документы (по промбезопасности, электробезопасности, пожарной безопасности и др) и проведение обучения по охране труда.

Для эффективного функционирования СУОТ требуется ведение целого массива разнообразной документации:

- должностные инструкции, содержащие нормы по обеспечению безопасной трудовой деятельности, а также определяющие права и ответственность работников опасных профессий;
- коллективный договор штатных сотрудников с руководством предприятия;
- инструкции, содержащие описание действий, предпринимаемых при возникновении нештатных ситуаций;
- журналы проведения инструктажей с результатами проверок знаний сотрудников по охране труда.

Подводя итог, можно отметить, что основное назначение документов связанных с охраной труда, - это регулирование и координация деятельности организации в области охраны труда, позволяющие обеспечивать реализацию поставленных перед организацией задач, получать максимальный эффект от своей деятельности. От того, насколько эффективно регулируется деятельность учреждения в области безопасности труда, зависят результаты работы организации в целом.

Решения, фиксирующиеся в документах по охране труда, могут касаться совершенствования организационной структуры компании, определения или корректировки средств и способов улучшения организационных моментов, обеспечения осуществления работ по предупреждению пожаров, соблюдения требований охраны труда и техники безопасности при производстве работ, безопасностью и стабильностью своих работников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Феоктистова О.Г.* Принятие решений для обеспечения устойчивости организационно-технических систем, Научный вестник МГТУ ГА № 135. Серия Эксплуатация возд. Транспорта и ремонт АТ. Безопасность полетов. – М., МГТУ ГА, 2008 (73-78с.);
2. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016)

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАЧЕСТВА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ИХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Формирование селитебной территории под строительство жилых и общественных зданий, дорог, улиц, площадей в пределах городов и поселков городского типа существенно влияет на условия качественного и безопасного проживания людей на урбанизированных территориях.

Поэтому созданию качественной среды проживания уделяется большое внимание руководства страны [1,2], которое также способствует формированию положительного имиджа территории [3] и создает предпосылки устойчивому развитию городов и индустрии их строительства [4, 5].

Известно, что селитебная территория [6], являясь частью планировочной структуры города, которая включает объекты и пространства под озеленения жилых районов и социальной их инфраструктуры, улиц, проездов, магистралей и мест для отдыха и спортивных развлечений. В селитебной зоне могут размещаться отдельные коммунальные и промышленных объекты, не требующие устройства санитарно-защитных зон.

В работе были поставлены и решены следующие задачи: установлена важность селитебных территорий в формировании качественной урбанизированной среде; определены критерии для оптимизации и определения рациональной посадки деревьев и кустарников, оформление дорог и дорожек, ландшафта в придомовых и парковых зонах селитебной территории (обеспечение ее развития без ущерба для качественного выполнения функций) и найти эффективные пути решения по ландшафтному дизайну; установлены принципы их устойчивого развития, а также предложены дальнейшие направления по нормированию и методическому обеспечению качественного формирования селитебных территорий для их устойчивого развития.

Из проведенного исследования было установлено, что повышение качества селитебных территорий позволяет существенно улучшить среду проживания в урбанизированных территориях за счет приближения рекреационной зоны к месту проживания, создания в этой зоне площадок для игры детей и отдыха взрослых и др., насыщения среды кислородом, а также - защиты от шума, пыли и вредных выбросов автотранспорта.

Однако рост зеленых насаждений приводит со временем к изменению характеристик селитебной территории: условий затенённости окон квартир и защищенности от шума.

Это приводит к новой посадке деревьев, а значит к разрушению флоры и фауны селитебной территории и к изменению привычной среды проживания. Зеленые растения в городе играют огромную роль в обогащении окружающей среды кислородом и поглощении образующегося диоксида углерода.

Также зеленые насаждения формируют микроклимат городской территории, предохраняют от чрезмерного перегревания почвы, стен зданий, тротуаров, создают «комфортные условия» для отдыха на открытом воздухе. Оптимизация характеристик селитебной территории требует нахождения критериев оценки их качественного влияния.

Поэтому основными критериями оптимизации рациональной посадки деревьев и кустарников на селитебных территориях является обеспечения на продолжительном сроке выполнения основных их функций: защитных и регенеративных. От ландшафтного дизайна требуется создание устойчивого образа территории с применением рационального нормирования в ее формировании и методического обеспечения по созданию устойчивого ее развития.

Оригинальность селитебной территории может быть обеспечена не только за счет искусственного ее архитектурно-художественного ее решения, но и использования имеющего профиля ландшафта, природных особенностей, сохранению культурно-исторических памятников и мест, отражающих как общую историю, так и местные исторические и культурные архи факты [5] и др.

Чтобы эти оценки и характеристики получили широкое внедрения в практику озеленения и обустройство селитебной территории, необходимо произвести разработку Рекомендаций по устойчивому развитию селитебной территории городов. В этих рекомендациях отмечаются условия и факторы, которые необходимо учитывать при планировании устойчивой селитебной территории, способы и методы формирования решений по устойчивому развитию и общие их оценки.

По результатам исследований можно сделать выводы:

1. Селитебные территории в урбанизированной среде играют важную роль в устойчивом развитии территории и обеспечении качества жизни человека.
2. Основными критериями оптимизации рациональной посадки деревьев и кустарников является обеспечения на продолжительном сроке выполнения основных их функций защитных и регенеративных.

3. Ландшафтный дизайн требует сохранить существующие уже насаждения и гармонично вписать новые посадки, поддерживающие экологический баланс.

4. Создание устойчивого образа с применением рациональных норм и оценок проектирования и методического обеспечения качественного формирования селитебных территорий для их устойчивого развития.

5. Необходима разработка Рекомендаций по устойчивому развитию селитебной территории городов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ежегодное Послание Президента Российской Федерации Пути-на В. В. Федеральному собранию. М.: 2016.

2. *Доклад Медведева Д.А.* о Программе обустройства городов. 2016.

3. *Щербина Е.В., Власов Д.Н., Данилина Н.В.* Устойчивое развитие поселений и урбанизированных территорий. М.: МГСУ, 2016. 128 с.

4. Брендинг территорий как фактор совершенствования социально-экономического развития региона России. [Текст] / Ермаков А.С. - В сборнике: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 12 частях. 2015. С. 33-34.

5. *Ермаков А.С.*, К посвящённому развитию индустрии строительства. [Электронный ресурс] / А.С. Ермаков, О.Г. Мухамеджанова О.Г. - Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов Международной научной конференции (16–17 ноября 2016 г., г. Москва) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (95,2 Мб). — Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017.

6. *Афонина М.И.* Основы городского озеленения. М.: МГСУ, 2010. 208 с.

Оглавление

СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ	4
<i>Азупова В.В., Акимова А.Н.</i> Методы, применяемые для создания экогородов на территории российской федерации.....	4
<i>Антонов М.Д.</i> Особенности проектирования каркасов высотных зданий.....	7
<i>Будзуляк Б.С.</i> Возможные тенденции развития архитектуры будущих десятилетий.....	10
<i>Галстян Л.К.</i> Архитектура и бионика. Храм Sagrada Familia в Барселоне.....	12
<i>Довбня Т.В.</i> Методы бионического формообразования в творчестве Гауди. Дом Бальо.....	14
<i>Елманова Д.С.</i> Реновация внутренних дворов посредством атриумов.....	16
<i>Ерасова Т.К.</i> Отражение идей русского авангарда в произведениях современных архитекторов.....	19
<i>Клыченко М.</i> Каркасные малоэтажные деревянные здания.....	22
<i>Лобанов С.В.</i> Приспособление купеческой усадьбы в г. Муроме под театр кукол.....	25
<i>Лозовая К.А.</i> Анализ бионических форм Парка Гуэля архитектора А. Гауди.....	28
<i>Лукова А.С.</i> Фабрики-кухни советского периода постройки.....	30
<i>Родионовский А.Н.</i> Строительство международного аэропорта Жуковский как ресурс территориального развития региона.....	33
<i>Рябинина П.Д.</i> Современная практика проектирования гостиниц эконом класса типа хостел.....	36
<i>Савенок П.О.</i> Керамическая мозаика в бионических структурах А. Гауди.....	39
<i>Сафонова П.В.</i> Параметрика – как элемент архитектурного проектирования зданий.....	41
<i>Сметанина Л.А.</i> Многоэтажные здания из дерева.....	43
<i>Филиппова А.С.</i> Бионический анализ произведений Антонио Гауди. Дом Мила.....	46
СЕКЦИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА	48
<i>Брыков А.А.</i> Работа пассажирского транспорта и обеспечение комфортности при посадке высадке пассажиров.....	48
<i>Володина С.Д., Чащина А.Я.</i> Технологические инновации в области строительства автомобильных дорог в России.....	50

<i>Гайнутдинова Э.В.</i> История мостов во времени.....	52
<i>Ганенко С.С., Лоцманова Ю.Н., Жеругов Р.А.</i> Особенности формирования надземных территорий в жилой застройке при реконструкции.....	56
<i>Гирс Ю.Б.</i> Градостроительные аспекты ООПТ в индустрии туризма.....	59
<i>Дмитриева Е.А.</i> Возможность применения СИМПРОЛИТ® системы в градостроительств.....	61
<i>Исмаилова Е.Д., Сонин М.Д.</i> Критические градостроительные проблемы современной Москвы.....	64
<i>Лаптева Д.В.</i> Принципы формирования современных конно-спортивных комплексов.....	66
<i>Лютая А.И.</i> Анализ научного опыта исследования комфорта городской среды города Москвы.....	69
<i>Ляшенко А.Г.</i> Строительство на склоне.....	72
<i>Матюхин А.А., Панкова Е.А.</i> «Умный» транспорт.....	75
<i>Можейко М.В.</i> Тенденция повышения качества среды обитания как решение проблемы развития систем планирования.....	77
<i>Нефедова О.О.</i> Зеленый город и роль освещения.....	80
<i>Ожогин В.П.</i> Музеи живой истории как объекты рекреационно-туристического значения.....	82
<i>Орлова А.Н.</i> Особенности проектирования зданий и сооружений с эксплуатируемыми крышами.....	85
<i>Пелевина Д.П.</i> Принципы транзитно – ориентированного развития.....	88
<i>Почезжирицева Е.А.</i> Компенсационное озеленение зданий, как фактор создания устойчивой городской среды.....	90
<i>Симонов А.О.</i> Развития каршеринга в Москве и его влияние на город.....	93
<i>Чусовитина Ю.А., Кудряшов К.В.</i> Особенности реновации производственных зон.....	96

СЕКЦИЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ.....

99

<i>Горбачева А.М.</i> Термическое декорирование стекла силикатными красками.....	99
<i>Зеленина П.Д.</i> Техника фрески.....	101
<i>Зуйкова Г.А.</i> Люстровые покрытия.....	104
<i>Корсакова Е.В.</i> Техника декорирования росписи стен.....	107
<i>Соловьева Е.С.</i> Рельефное декорирование керамики.....	109

<i>Ушанова В.В.</i> Современное декорирование настенных покрытий.....	112
<i>Федосеева Н.С.</i> Декоративная плитка юга Европы.....	115
<i>Федотова А.Н.</i> Фреска с зарождения до наших дней.....	118
<i>Шубина Е.С.</i> Декорирование политой керамики.....	121
<i>Яблонская Е.Д.</i> Металлизация силикатных материалов.....	123

СЕКЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ..... 126

<i>Айзятуллин Х.А.</i> К вопросу живучести тонкостенных пространственных покрытий при аварийных воздействиях.....	126
<i>Боброва И.И.</i> Монолитные железобетонные перекрытия с использованием стального профилированного настила.....	129
<i>Бочаров В.В.</i> Исследование напряженно деформированного состояния вертикальных стыков панельных многоэтажных зданий	132
<i>Гайсин М.Ф.</i> Влияние наклонных трещин на характер распределения инерционных нагрузок.....	135
<i>Галышева Ю.Е.</i> Опытные данные и рассчитанные по еврокоду 2: ширина раскрытия трещин и прогибы железобетонных балок..	138
<i>Гильмутдинова Л.Р.</i> Анализ надёжности предварительно напряжённой многопустотной железобетонной плиты перекрытия после воздействия внешних факторов.....	141
<i>Грачев А.Н.</i> Исследование критериев образования сквозных трещин в изгибаемых железобетонных элементах при сейсмических нагрузках.....	144
<i>Епимахова А.А.</i> Прочность железобетонных элементов перекрытия, подвергнутых длительному температурно-влажностному воздействию.....	147
<i>Зубарева С.Э.</i> Оптимальное проектирование железобетонных конструкций при расчётах на прогрессирующее разрушение с учетом особенностей их работы при динамических и огневых воздействиях.....	150
<i>Каширина А.С.</i> Методика определения развития деструкции бетона по сечению элементов при циклических замораживаниях и оттаиваниях.....	153
<i>Ким Т.В., Шмелев В.Н.</i> Напряженно-деформированное состояние железобетонных сжатых элементов с малыми эксцентриситетами.....	156
<i>Киселева Т.В.</i> Влияние циклических замораживаний и оттаиваний на прочность бетона при сжатии.....	159

<i>Клочкова Е.В.</i> Экспериментальные исследования деформаций усадки бетона и железобетона.....	162
<i>Лучкин Е.А.</i> Работа стыка круглой колонны с плоским перекрытием с учетом работы продольной арматуры и изгибающих моментов в колонне.....	165
<i>Мокаев Э.Р.</i> Проектирование монолитных безбалочных перекрытий с предварительно напряженной арматурой без сцепления с бетоном.....	169
<i>Пеиков Д.А.</i> Расчет колонн на динамическую нагрузку с учетом стадии разрушения.....	172
<i>Пономарев С.А.</i> Исследование предельных состояний изгибаемых элементов при расчете на разрушающие нагрузки.....	175
<i>Самось А.С.</i> Особенности учета влияния сжатой зоны бетона на несущую способность сечения по поперечной силе.....	177
<i>Темури Эззатулла.</i> Анализ сейсмической опасности территории республики афганистан.....	181
<i>Филимонов А.В.</i> Влияние массивности конструкций на коэффициент линейных температурных деформаций бетона в условиях низких температур.....	184
<i>Хатыпова Ю.Р., Маркова О.В., Хомяченко А.М.</i> Сравнительный анализ перearмированных изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного сечения ($\xi > \xi_R$).....	187
<i>Цацулин И.В.</i> Особенности ндс железобетонных балок, армированных высокопрочной арматурой.....	190
<i>Черемных В.А.</i> Исследование влияния температурных деформаций на напряженное состояние многослойных ограждающих конструкций из каменной кладки.....	192
<i>Чернов А.А.</i> Методика экспериментальных исследований работы железобетонных плит при длительном нагружении.....	195
<i>Шокот С.В.</i> Время выхода колонны из строя и его влияние на ндс здания при прогрессирующем разрушении.....	198
<i>Ямалов А.В.</i> Учет податливости швов в сборных дисках перекрытий.....	201

СЕКЦИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....

204

<i>Басалаев Н.А.</i> Учет податливости в узлах металлических конструкций. Пластический шарнир.....	204
<i>Вечтомов П.О., Яшин Е.Ю.</i> Расчет арки с элементами живучести.....	207

<i>Горчакова С.Д.</i> Особенности технической диагностики металлических конструкций, перекрывающих бассейн.....	210
<i>Лобова И.М.</i> Деревянное мостостроение в России.....	213
<i>Попова Н.В.</i> Конструкция металлического купола.....	216
<i>Ранджан Упрети.</i> Трансформируемые каркасные конструкции бионического типа на основе упругих узлов.....	218
<i>Цветкова О.И.</i> Анализ развития метода расчета деревянных элементов при изгибе.....	221
<i>Шушунова Р.В.</i> Деревянные конструкции в структуре спортивных сооружений.....	223
<i>Щуров Е.О.</i> Применение композитных материалов на основе углеродного волокна в стальных конструкциях.....	226
<i>Юровский Д.А., Митин А.Н., Симонян Н.С.</i> Экспериментальное исследование по определению модуля упругости древесины при испытании на изгиб.....	229
СЕКЦИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ГРАФИКИ	232
<i>Абрамян А.А., Шевченко-Эннс Э.Р.</i> Применение аксонометрических схем при расчете систем отопления.....	232
<i>Арташина А.Э.</i> Бегущая спираль: геометрия и конструкция.....	234
<i>Бердичевская Л.Г.</i> Рисунок композиции из геометрических тел по представлению.....	237
<i>Бобровская А.А., Макарищев В.Д.</i> Эллипстический цилиндр как основа уникальных зданий и сооружений.....	240
<i>Гафаров Р.М., Мелихов Д.О.</i> Триумф кривых линий в современной архитектуре.....	243
<i>Голяк Ю.А.</i> Многогранники: интересные аспекты.....	246
<i>Гусева У.А.</i> Перспектива как средство наглядного изображения пространства в живописи.....	249
<i>Дамаскина С.Н.</i> Паркеты на поверхности тора.....	252
<i>Дербенцев Н.А.</i> Геометрия шарнирных конструкций.....	255
<i>Золотайкина И.А.</i> Процесс моделирования в архитектуре и строительстве.....	258
<i>Мулендеева Д.А.</i> Римановы поверхности.....	261
<i>Новикова Д.В.</i> Паркеты – геометрия и искусство.....	264
<i>Ощепкова П.Е.</i> Лотос в архитектуре.....	267
<i>Пантелова Х.М.</i> Оригами от бумаги к металлу и камню.....	270
<i>Сайдов П.А.</i> Золотое сечение как основополагающая соразмерность в архитектуре.....	273
<i>Симонов М.Д.</i> Влияние геометрических форм в архитектуре на человека.....	276

<i>Третьяков И.С.</i> Деление окружности в равных частях по теореме Фалеса.....	279
<i>Трубина М.А.</i> Однополостной гиперболоид вращения в курсе начертательной геометрии.....	282
<i>Фетисова А.А.</i> Образование поверхности геодезического купола сложными многогранниками.....	285
<i>Черешнев В.П.</i> Гиперболоиды инженера Шухова.....	288
<i>Щербань Д.С.</i> Перспектива: особенности линейной и перцептивной перспектив.....	291

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... 294

<i>Беляев К.Д., Руденко М.И., Дерезко В.И.</i> Предложения по минимизации рисков при возведении подземной части здания в сложных городских условиях путем усиления основания буронагнеточными сваями.....	294
<i>Ваннусов Д.Д.</i> Выбор оптимального метода проектирования зданий с точки зрения снижения энергозатрат на производство работ.....	297
<i>Долгих Е.В.</i> Техническое регулирование в строительстве.....	300
<i>Есин Н. А.</i> Повышение эффективности организационно-технологических решений в строительстве.....	303
<i>Еффаров Э.В.</i> Совершенствование методики календарного планирования строительных работ при возведении многоэтажных зданий.....	305
<i>Зорина М.С.</i> Оценка инженерной подготовки градостроительного комплекса.....	308
<i>Истомин А.А.</i> Применение ментальных схем в организации строительного производства.....	311
<i>Кужин Б.Ф.</i> Влияние природно-климатических условий на строительное производство.....	313
<i>Кулчаев А.Э.</i> Архитектура автоматизированной системы управления технологией производства.....	316
<i>Куренков О.Г.</i> Пневмобетонирование с применением стеклофибробетона.....	318
<i>Лазр И.И.</i> Современный порядок разработки, согласования и утверждения предпроектной и проектной документации, её состав и содержание.....	321
<i>Лесова Д.</i> Определение рациональных компонентов алмазного шлифования.....	324

<i>Лошаков В.В.</i> Как влияет выбор начала и окончания сроков работ на энергоэффективность строительства.....	327
<i>Матюхина М.А.</i> Оформление земельного участка для строительства, реконструкции. Порядок предоставления земельного участка под застройку.....	329
<i>Семенов М.Н.</i> Оптимизация календарного планирования возведения зданий.....	332
<i>Сигалов А.С.</i> Преимущества цемента-стружечной плиты.....	335
<i>Стрибук О.Ю.</i> Необходимость стратегического планирования в современных условиях.....	338
<i>Тулякова Т.И.</i> Методы улучшения технологии утепления цокольного этажа.....	341
<i>Фомина Е.В.</i> Рациональные комплексно механизированные, организационно-технологические решения производства штукатурных работ.....	344
<i>Цветков Д.В.</i> Выбор наиболее рационального организационно-технологического решения ограждающей конструкции котлована здания в г. Москва.....	347
<i>Чайковский А.О.</i> Формулировка цели строительной организации в период реструктуризации, вызванной общим кризисом.....	350
<i>Шатрова А.И.</i> Фасадные системы.....	352

СЕКЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬ- СТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ.....

355

<i>Алферова М.Б.</i> Площадь Рижского вокзала в Москве (история и современность).....	355
<i>Артемяева М.М.</i> Анализ отечественного и зарубежного опыта социального жилья.....	358
<i>Бурцева Ю.А.</i> Организация территорий, размещаемых в подэстакадном пространстве.....	361
<i>Волченко Т.П.</i> Предложения по нормированию минимальных сроков проведения научных исследований и разработки проектной документации по сохранению объектов культурного наследия.....	363
<i>Грибач Ю.С.</i> Расчетно-экспериментальные исследования биоклиматической комфортности среды городской застройки.....	366
<i>Губайдулина А.И.</i> Необходимость развития сети яхтенных портов на побережье Черного и Азовского морей.....	369
<i>Даев С.М.</i> Опыт строительства автодрома «Крепость Грозная» Чеченская республика.....	372

<i>Дзятко Д.С.</i> Современные проблемы развития наукоградов.....	378
<i>Зотова Е.А.</i> Перспективы развития малоэтажного строительства в Новой Москве.....	381
<i>Инти Санта Мария М.А.</i> Развитие вспомогательных массовых систем общественного транспорта для агломерации «Лимы Метрополитана» (Перу).....	384
<i>Ковалева А.С.</i> Расчет поселения в арктической зоне РФ.....	387
<i>Козырева Е.В.</i> Особенности строительства спортивных сооружений на территориях бывших промышленных зон.....	390
<i>Кротова И.Э.</i> Определение состава многофункциональных зон дорожного сервиса.....	393
<i>Кузьмина Я.А.</i> Особенности спортивного объекта для скоростного спуска на коньках.....	396
<i>Михалкив А.В.</i> Организация архитектурной среды для досугового общения в условиях большого города.....	399
<i>Надьярная В.С.</i> Стоимостная оценка земельных участков как элемент системы градорегулирования.....	402
<i>Папуш П.С.</i> Оценка экологических факторов при строительстве и эксплуатации комплекса сооружений для гребного слалома....	405
<i>Расов В.В.</i> Оценка показателей качества обслуживания пассажиров в межстанционных переходах метрополитена.....	408
<i>Смирнов И.В.</i> Современные способы утилизации твердых бытовых отходов – важное условие повышения экологической безопасности жизнеобеспечения горожан.....	410
<i>Теплова И.Д.</i> Использование мирового опыта организации улично-дорожной сети на примере города Москвы.....	413
<i>Терехова А.И.</i> Линии градостроительного регулирования при проектировании ТПУ.....	416
<i>Якушева К.В.</i> Уплотнение жилищного фонда с помощью надстройки мансардных этажей.....	419

СЕКЦИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ..... 423

<i>Быканова М.С., Егорова Н.В.</i> Обеспечение пожарной безопасности Большого Театра после реконструкции и реставрации основного здания.....	423
<i>Васильева О.В.</i> Организация пожаротушения на спортивных объектах.....	427
<i>Голяк Ю.А.</i> Пожарная безопасность в сфере инклюзивного образования в современных школах России.....	430

<i>Давыдов Д.Г., Буканов А.С.</i> Низкотемпературный взрыв водорода.....	432
<i>Корольченко А.Д.</i> Определение предельных состояний противопожарной преграды с водяным орошением.....	434
<i>Куприянов Р.Р., Румянцев С.И.</i> Динамика температуры масляного трансформатора при пожаре и охлаждении.....	437
<i>Куприянова Ю.А., Ласкин Р.В.</i> Огнебиозащита памятников деревянного зодчества.....	438
<i>Куприянова Ю.А.</i> Пожарная безопасность складских территорий и помещений.....	441
<i>Куприянова Ю.А.</i> Экспертиза и типовые замечания по разделу проектной документации "Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности".....	444
<i>Ласкин Р.В.</i> Изолирующие свойства пены на поверхности нефтепродуктов.....	446
<i>Можжаев Е.А., Черкасова Д.А.</i> Пожарная безопасность высотных зданий.....	449
<i>Пантелова Х.М.</i> Теплоизоляционные материалы. Свойства и применение.....	452
<i>Пантелова Х.М.</i> Методика расчета перемещения панели и давления при взрыве.....	455
<i>Родин А.И.</i> Системы газового пожаротушения при защите оборудования data-центров.....	458
<i>Сабенина С. В.</i> Защита зданий от взрывов с помощью перфорированных преград.....	461
<i>Сабенина С. В.</i> Теплоизоляционные строительные материалы: снижение горючести.....	464
СЕКЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	467
<i>Айбазов А.Т.</i> Особенности и преимущества применения аналитических поверхностей в строительстве.....	467
<i>Афлетунова М.Ш.</i> Особенности реконструкции отечественных промышленных зданий прошлого века.....	470
<i>Барцевич Д.А.</i> Повышение эргономичности высотных зданий путём оптимизации движения людских потоков.....	473
<i>Борисов В.А., Муртазин А.Р.</i> Световая среда в учебных аудиториях МГСУ при использовании искусственного освещения.....	476
<i>Брызгалин В.В.</i> Буферные зоны как пассивные системы солнечного отопления.....	479
<i>Бурляев И.Н.</i> Архитектура куполов.....	482

Володина С.Д. Современные тенденции в образовании. Использование новых технологий и новых пространств.....	485
Воробьева Е.Н. Бункер как объект наследия. Переквалификация бункеров.....	488
Воронина Г.О. Предпосылки создания типового проектирования цирков на основе натуральных исследований тверского цирка...	491
Грезева А.С., Горбачевский В.П., Казанцев Г.С., Каленик А.И., Кочергина О.Д. Исследование процесса движения людских потоков в пересадочных узлах типа «МЦК – Метрополитен».....	494
Демьяненко М.А., Краснов И.Д. Несущие конструкции из стекла. Проблемы конструирования узлов сопряжения.....	497
Дронов А.А., Шаблинский А.А. Температурный режим ограждающих конструкций из ЛСТК.....	500
Ижелева К.В. Рациональное использование городской территории в условиях существующей застройки за счет дополнительного возведения жилых вставок.....	503
Исмаил Е.Т. Реконструкция дворца Джазира в Вифлееме. Палестина.....	506
Кругликова И.В., Попова А.Д. Анализ движения людских потоков в транспортно-пересадочных узлах типа «МЦК - Наземный транспорт».....	509
Кузнецова П.И. Анализ солнцезащитных характеристик домов галерейного типа.....	512
Ларина М.В. История развития атриумов и их применение в наши дни.....	515
Магазина Е.О. Архитектурный полифонизм Микеланджело.....	518
Михайлов А.Д. Основные принципы функционирования экоотелей.....	520
Моисеева Ю.Г., Урмеева А.Р., Маркина М.В. Применение эксплуатируемых кровель.....	523
Мосолова А.С., Анищенко И.О. Изменение тенденции объемно-планировочных решений жилых многоэтажных зданий коммерческой застройки за последние 10 лет.....	526
Низамова Э.Р. Анализ объемно-планировочных и конструктивных решений индивидуально-активного дома.....	528
Пономарев Р.М. Подходы к проектированию транспортно-пересадочных узлов в России и странах Европы.....	531
Сахибгареева Д.Р. Проектирование и строительство аквапарков в России.....	534
Светлорусова А.М., Акоюян М.В. Крыша – один из основных конструктивных элементов здания.....	537
Становов И.А. Пути повышения энергетической эффективно-	539

сти ограждающих конструкций гражданских зданий.....	
Стекольников Н.В. Самоуплотняющийся бетон.....	542
Стёпкин А.Н. Исследование истории проектирования и строительства крытых стадионов России XXI века.....	545
Тимофеева Ю.А. Происхождение готического стиля в России....	548
Фатеева В.В. Концепция биоклиматического небоскрёба EDITT TOWER доктора Кена Йенга.....	551
Чащина А.Я., Кушнир О.П. Теория и практика маломобильного города на примере города Чехов.....	554
Чернышева Д.Н. О технологии информационного моделирования в РФ и в Европе.....	557
Шарамет О. В., Малов Д.Д., Карташев Г. В. Использование модифицированных бетонов для строительства уникальных зданий.....	560
Ядыкова А. А. Эволюция светопрозрачных материалов: от стекла до высокотехнологичных полимеров.....	563

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В АРХИТЕКТУРЕ.....

Абрамова А.Ю. Учет режима освещенности урбосреды при озеленении высотной застройки.....	566
Али Билал Абдулкави Номан. Многоэтажное этно-жилище – исторический архетип горных регионов Йемена.....	569
Аль-Хаддад Э. Этно-традиции сирии и современные инновации в архитектуре.....	570
Давыдова О.А. Рекреационные оздоровительные объекты в современной системе обслуживания.....	573
Коровина Е.И. Принципы формирования учебного пространства в школах.....	575
Пулина А. М. Приемы рационального размещения объектов тепличного комплекса при формировании бифункционального энергоэффективного типа дома фермера.....	577
Рахманова С.М. Роль архитектурного проектирования в решении глобальных проблем человечества (на примере анализа проектов и построек в разных частях света).....	580
Токарев К.К. Включение в структуру здания-платформы конструкций козловых кранов и систем разгрузки железнодорожных составов.....	583
Фрумкин Ф.Б. Оптимизация системы удаления и переработки отходов в России.....	586
Чжу Личжэ Мировые практики доступного жилья.....	589

<i>Щекатурова Н.Р.</i> Компьютерные технологии в архитектурном проектировании.....	593
<i>Эльяс М.Б.</i> Параметрический дизайн как кинетическое искусство как метод формирования дизайна интерьера.....	596

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	599
---	------------

<i>Акопян М.В., Светлорусова А.М.</i> Современные стеновые ограждающие конструкции.....	599
<i>Жуков А.Ю., Сазонова Ю.В.</i> Системы изоляции энергетических объектов заполярья.....	602
<i>Зиновьева Е.А.</i> Пенополиизоцианурат – эффективный теплоизоляционный материал.....	605
<i>Изюмова Е.В.</i> Системы изоляции фальцевой кровли.....	608
<i>Исаченко С.Л.</i> Бетон дисперсного армирования.....	611
<i>Казадаев В.М., Акулов И.В., Соловьев К.А.</i> Применение клееного бруса в современном строительстве.....	614
<i>Каркашин А.А., Данилов И.В., Алиевский Н.А.</i> Свойства и область применения минеральной ваты в строительстве.....	617
<i>Климникова М.С.</i> Свойства шлакосиликатного пенобетона.....	620
<i>Кодзоев М-Б.Х.</i> Ячеистый бетон, армированный волокном.....	623
<i>Крюкова А.О., Бондарев Д.С.</i> Светопроводящий бетон.....	626
<i>Малахов С.С., Онищенко Э.В., Агеева А.А.</i> Теплоизоляционные материалы на основе вермикулита.....	629
<i>Медникова Е.А.</i> Архитектурный бетон.....	632
<i>Паутов А.Н.</i> Самовосстанавливающийся бетон.....	635
<i>Полковников Н.Д.</i> Современные технологии гидроизоляции фундаментов. Белая ванна.....	638
<i>Прусакова М.Ю.</i> Фальцевая кровля.....	641
<i>Пустыльник О.С.</i> Оптимизация состава бетона минеральными добавками.....	644
<i>Самиев Д.З., Фастова А.А., Литягина Д.В.</i> Материалы, используемые для закрепления грунтов.....	647
<i>Сергиенко Д.А., Романов Р.М., Митряев А.А.</i> Фибробетоны и их применение в строительстве.....	650
<i>Хусу О.Е.</i> Минераловатные утеплители для фасадных систем.....	653

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА	656
<i>Альбинская А.В., Будюшкина К.А.</i> Многослойные системы ограждающих конструкций из каменной кладки.....	656
<i>Бобок А.В.</i> Обзор конструктивных решений сборных и монолитных железобетонных каркасов многоэтажных зданий.....	659
<i>Брысин В.Р.</i> Проблемы выявленные в ходе эксплуатации многослойных кирпичных конструкций.....	662
<i>Гожин Д.А., Евдокимов А.Г.</i> Сравнительный анализ расчетов монолитной плиты перекрытия из железобетона и фибробетона с комбинированной арматурой.....	665
<i>Гусейнов А.М.О., Магомедов А.Ш., Крицкий В.В.</i> Технико-экономический анализ большепролетных пространственных конструкций покрытий из железобетона.....	668
<i>Зволицова П.А.</i> Компьютерное исследование Напряженно - деформированного состояния узла сопряжения колонны с безбалочным бескапитальным монолитным перекрытием с использованием ПК ЛИРА-САПР.....	671
<i>Каргин И.Ю.</i> Сравнение различных методов усиления железобетонных стропильных ферм.....	674
<i>Клейменов А.С.</i> Результаты испытаний железобетонных изгибаемых конструкций, усиленных системой внешнего армирования при многоцикловой нагрузке.....	676
<i>Колганов А.А.</i> Анализ результатов расчета собственных частот каркасных зданий по схеме консоли с распределенными параметрами.....	679
<i>Комарова И.А.</i> Изменение конструктивных решений сборных железобетонных плит перекрытий в разные построечные периоды.....	682
<i>Кужин Б.Ф.</i> Сейсмостойкость железобетонных зданий с учетом возникающих повреждений.....	685
<i>Кузнецова И.В.</i> Конструктивные решения монолитных железобетонных плит перекрытий, усиленных методом наращивания сечения.....	688
<i>Ле Т.З.</i> Сравнение результатов расчета осадок с помощью комплексных программ PLAXIS и SAFE (систем CSI) для плитного фундамента.....	691
<i>Ленюк А.М.</i> Методы расчетной оценки ндс несущей системы зданий с учетом изменения режимов работы в рамках жизненного цикла.....	693

<i>Липатов Р.С., Осокин М.Д.</i> Напряженно-деформированное состояние стены в грунте, армированной базальтопластиковой арматурой.....	695
<i>Литвиченко Ю.С.</i> Современные методы проектирования сейсмостойких зданий из монолитного железобетона.....	698
<i>Мирзамагомедов Т.Ч.</i> Оптимальное соотношение стальной и базальтопластиковой арматуры в бетонных элементах с комбинированным армированием.....	701
<i>Николенко И.И.</i> Усиление несущих элементов железобетонных каркасных зданий в сейсмоопасных районах.....	704
<i>Павленко И.А., Бузин Р.А.</i> Испытания железобетонных ядер жесткости, усиленных системой внешнего армирования на основе углеволокна.....	707
<i>Спиридонов Н.Н.</i> Определение рациональной области применения методов реконструкции домов первых массовых серий.....	710
<i>Станкевич Ю.С.</i> Конструктивные решения на основе сталежелезобетонных конструкций для многоэтажных зданий с гибкой конструктивной системой.....	713
<i>Степура В.Г.</i> Особенности применения композитной арматуры для армирования изгибаемых железобетонных конструкций.....	716
<i>Стронгин М.А.</i> Конструктивные решения плоских монолитных перекрытий из легкого бетона в зданиях стеновой конструктивной системы.....	719
<i>Татаренкова И.К.</i> Прогрессивные методы монолитного и сборно-монолитного строительства.....	722
<i>Толибова В.И.</i> Влияние НДС стеновых панелей на прочность закладных деталей в составе вертикальных связей.....	725
<i>Федоров С.К.</i> Испытания каменной кладки, усиленной композитным материалом на основе углеродного волокна.....	728
СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В АРХИТЕКТУРЕ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	731
<i>Борисов В.А., Муртазин А.Р.</i> Анализ объемно-планировочного решения подвального этажа учебно-лабораторного корпуса мгеу с учётом времени движения людских потоков.....	731
<i>Бызова Д.О., Янова Р.Ю.</i> "Зеленые стандарты" за рубежом.....	734
<i>Володина С.Д.</i> Актуальность использования пневматических систем тбо в новых городах.....	736
<i>Гирс Ю.Б.</i> «Речной трамвай» – миф или реальность.....	738
<i>Грибова Е.Е., Поволоцкая Т.С.</i> Город как формообразующий элемент социального общества.....	741

<i>Дубатовкин П.В.</i> Концепция автомобиля будущего.....	744
<i>Егорова В.Д.</i> Тенденции развития культурных центров в современном городе.....	747
<i>Копытова Я.К., Балмашинова М.А., Бибарцева Д.С.</i> Особенности деревянного строительства актуальность использования дерева при строительстве современных зданий и сооружений....	750
<i>Мартынова Ю.И.</i> Развитие строительства многофункциональных комплексов в Москве: эффективность и градостроительные предпосылки.....	753
<i>Матюхин А.А., Панкова Е.А.</i> Концепция «умного города».....	756
<i>Мельникова Е.В., Новик А.И., Суханова К.Г.</i> Навигация пешеходных зон и рекреационных пространств.....	759
<i>Невский Г.П., Пелипенко В.С.</i> Моногорода России (на примере города Тольятти).....	762
<i>Никулина Д.М., Шапкина В.В., Купка Ю.О.</i> Анализ военных городков.....	765
<i>Павлюк А.С.</i> Использование вторичного сырья в качестве материала при создании систем естественного освещения.....	768
<i>Петровцева А.А.</i> Внесение визуального разнообразия в монотонное решение акустических экранов	771
<i>Разаренова Е.Д., Савочкина Е.Ю.</i> Регулярная планировка.....	774
<i>Русина Т.В.</i> Эксплуатируемые крыши в зданиях школ в городах Московской области.....	777
<i>Семенов М.В.</i> Современные тенденции высотного строительства.....	780
<i>Талызина А.Р., Беляева Ю.С.</i> Программное обеспечение для механического моделирования зон аэрации.....	783
<i>Хангажеева П.А.</i> Современные подходы к организации жилой среды.....	786
<i>Чемидова Н.Б.</i> Влияние городской среды на развитие элитного жилья.....	788
<i>Чернышов А.А.</i> Перспективы развития улично-дорожной сети.....	790
СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ, ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И ИСПЫТАНИЯ СООРУЖЕНИЙ.....	794
<i>Айюб Фади.</i> Оценивание конечно-элементных моделей железобетонных балок, усиленных полимерами, армированными различными типами волокон.....	794
<i>Акулов И. В., Сизяков И.Д.</i> Динамические реакции башенного крана при торможении стрелы.....	797

Баландина К.В. Сравнение результатов расчета сжато-изогнутой балки переменной жесткости по МКР и МПА.....	800
Гизятуллин И.Р. Отечественный и зарубежный опыт армирования каменной кладки композитными материалами с прогнозом развития данного направления строительной отрасли.....	803
Долгушев Т.В., Фёдорова В.В. Методы расчета купольных конструкций.....	811
Зайцев Д.В. Исследование напряженно-деформированного состояния изгибаемого железобетонного элемента с несъемной сталефибробетонной опалубкой.....	814
Казадаев В.М., Шоров М.З. Динамическое исследование движения снегоочистителя с учетом перераспределения реакций, вызванного трением.....	817
Какуща В.А. Анализ современного опыта применения композитной арматуры в бетонных конструкциях.....	820
Ковалев М.Г. Определение физико-механических свойств материала стенки акустического экрана при различных температурах.....	823
Корнев О.А. Влияние эксплуатационной среды на стекловолоконные балки башенной испарительной градирни.....	826
Кужин Б.Ф. Численная методика определения основного тона колебаний составных двухслойных стержней.....	828
Лебедев А.С. Численное моделирование фрагмента несущего каркаса системы «купасс» в программном комплексе MSC PATRAN, сравнение результатов анализа с натурными динамическими испытаниями.....	830
Медянкин М.Д., Фаизова А.Т. Экспериментальное исследование сотовых и гофрированных алюминиевых панелей.....	832
Мигунова М. В., Топчий Т.С. Критические частоты мотора с эксцентриком на отрыв от основания с учетом неравномерности распределения реакции основания.....	835
Мошников М.С. Экспериментальное исследование сейсмостойкости фальшпола.....	838
Носов Ф.Л. Методы расчёта осадки одиночных свай.....	840
Османов Б. Ф., Чесноков Д. И. Расчет напряжений и реакций связей в элементах ленточного транспортера.....	842
Парамонов Е.Е. Применение обобщённых уравнений метода конечных разностей к расчёту изгибаемых плит на локальные и разрывные нагрузки.....	845
Рафеевко В.В., Помыканова А.А. Определение невыгодного нагружения плитных конструкций с помощью поверхностей влияния.....	848

<i>Савченкова В.Д.</i> Исследование совместной работы несъемной сталефибробетонной опалубки и монолитного бетона при сжатии.....	850
<i>Сардаров А.Н., Ким Ю.Ч.</i> Расчет балок на винклеровском основании переменной жесткости.....	854
<i>Семашкин А.Д.</i> Деформации композитного бруса.....	856
<i>Синеев А.А.</i> Анализ эффективности работы систем внешнего армирования из композитных материалов в бетонных конструкциях при статических и динамических нагрузках.....	859
<i>Стрибук О.Ю.</i> Отработка технологии бетонирования внутренней защитной оболочки реакторного здания АЭС.....	862
<i>Фаизова А.Т., Медянкин М.Д.</i> Статические и динамические испытания болтов фирмы НЛТИ.....	865
<i>Фастова А. А., Литягина Д. В.</i> Подбор формы троса и определение усилий в несущих элементах висячего моста.....	868
<i>Федорова А.С.</i> Расчет систем виброзащиты в том числе с нелинейными характеристиками.....	871
<i>Филиппова П.А.</i> Решение задачи резонансного увеличения колебаний плит перекрытий при вертикальном динамическом воздействии.....	875
<i>Чубарова А.А.</i> Расчет ортотропных пластин с привлечением обобщенных уравнений МКР.....	878
<i>Яковлев Д.Э.</i> Численная методика расчета стержней на устойчивость.....	881
СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	884
<i>Безденежных М.А.</i> Системные особенности эксплуатируемой зеленой кровли.....	884
<i>Безнос О.В., Круковец А.Е.</i> Использование современных строительных материалов для дорожного строительства.....	887
<i>Бурцева М.А.</i> Вспененный полистирол и его использование в строительных материалах и конструкциях.....	890
<i>Васильев М.Д.</i> Прозрачный бетон для строительства энергоэффективных зданий.....	893
<i>Вечтомов П.О., Яшин Е.Ю.</i> Бетон для аэродромных покрытий с применением полипропиленовой фибры.....	896
<i>Голозубова В.А.</i> Оценка возможности реконструкции жилого дома в г. Москве по результатам его технического обследования.....	899
<i>Довыденко Т.А.</i> Возможности использования отходов гидроабразивной резки металлов при производстве строительных материалов.....	902

<i>Заяфаров А.В., Власенко В.А.</i> Системы энергоэффективного дома.....	905
<i>Зотова А.А.</i> Повышение долговечности асфальтобетонных покрытий.....	908
<i>Инсафутдинов А.Р., Уазигов А.И.</i> Применение пеностекла.....	910
<i>Кочергина О.Д., Грезева А.С., Капканова В.В.</i> Использование органических сельскохозяйственных отходов для производства строительных материалов.....	913
<i>Морозова Д.О.</i> Перспективы применения промышленных и бытовых отходов при производстве сухих строительных смесей.....	916
<i>Мохов Г.Г., Сарбаев Р.Р., Ларгин Т.А.</i> Композитные материалы в мостостроении.....	919
<i>Назарова К.А.</i> Полимерные композиты в строительстве.....	922
<i>Османов Б.Ф., Чесноков Д.И.</i> Бетон для защиты от радиоактивных излучений.....	924
<i>Пантелова Х.М.</i> Критерии выбора теплоизоляционного материала для жилых домов методом анализа иерархий.....	927
<i>Сабенина С. В., Харичкова Е.В.</i> Огнезащита памятников деревянной архитектуры.....	930
<i>Сабенина С. В.</i> Огнезащита металлических строительных конструкций.....	933
<i>Семашкин А.Д., Михальцова Е.А.</i> Возможности использования алюмосиликатных микросфер для производства газобетона.....	936
СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И БЕТОНОВ.....	939
<i>Адиханова Р.Д, Орешкин Н.А, Ролдугин А.В.</i> Применение пазогребневых плит в строительстве.....	939
<i>Александрова Н.С., Паламарчук А.И.</i> Исследование водоудерживающей способности микронаполнителей.....	941
<i>Бахрах А. М., Солодов А. А.</i> Разработка состава самоуплотняющегося бетона с использованием рядовых заполнителей.....	944
<i>Бегунов О.Б.</i> Влияние армирования фиброй на физико-механические свойства мелкозернистого бетона.....	947
<i>Дмитриев Н.С., Шостак Ю.А.</i> Способы повышения морозостойкости бетона.....	950
<i>Дмитриев Н.С.</i> Виды, причины возникновения и способы противодействия коррозии в теле бетона.....	952
<i>Дубровская Е.А., Басова А.В.</i> Состояние и перспективы развития производства многокомпонентных малоклинкерных вяжущих веществ.....	955

<i>Епихин С. Д.</i> Применение дорожного бетона для взлетно-посадочных полос.....	958
<i>Ефишов Л.И., Пецка В.М.</i> Влияние суперабсорбирующих полимеров на свойства цементных растворов и бетонов.....	961
<i>Журавлев И.С., Смирнова А.М.</i> Автоматизация процесса определения водопотребности гипсовых вяжущих.....	963
<i>Ибакова С.Э.</i> Новейшие технологии в строительстве. Вспененные материалы	965
<i>Иванова М.В., Нефедов Г.С.</i> Заполнитель как декоративный элемент бетона.....	968
<i>Ижболдин Д.А.</i> Технология производства серного бетона.....	971
<i>Кожеевников А.П.</i> Вяжущее низкой водопотребности.....	973
<i>Козлов С. Д., Коридзе В. Г.</i> Эффективность легких заполнителей для бетонов.....	976
<i>Козлов С. Д., Коридзе В. Г.</i> Водостойкие гипсовые вяжущие с применением промышленных отходов.....	979
<i>Маковская Д.С.</i> Оценка качества пеностеклянного заполнителя для легких бетонов и его соответствие требованиям ГОСТ.....	982
<i>Павлов А.В.</i> Исследование самоуплотняющегося бетона для производства сборного железобетона.....	984
<i>Паламарчук А.И., Александрова Н.С.</i> Применение промышленных отходов в строительстве.....	986
<i>Решетнева П.А.</i> Свойства бетона, твердеющего в условиях сухого жаркого климата.....	988
<i>Семендяева Т.В, Плохотникова М.С, Свечников М.Ю, Матвеева М.А.</i> Микроцемент: отделочный материал будущего.....	990
<i>Синотова М.В.</i> Современные добавки-ускорители твердения бетонов.....	993
<i>Скиндирёва Н.И.</i> Повышение эксплуатационных свойств декоративного бетона.....	996
<i>Терентьева А.Ю.</i> Исследование структуры и свойств малощебеночного бетона на заполнителе из бетонного лома.....	998
<i>Ткаченко Д.И.</i> Влияние металлургической пыли на структуру и свойства вяжущих на основе техногенного ангидрита.....	1000
<i>Хохлова Н.В.</i> Примененине модифицированной полипропиленовой фибры для армирования асфальтобетона.....	1003
<i>Шостак Ю.А.</i> Методы достижения высококачественной поверхности бетона.....	1006

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	1008
<i>Ананьева С.В.</i> Особенности бетонирования горизонтальных монолитных конструкций.....	1008
<i>Бочеев С.А.</i> Организационно-технологические особенности производства фасадных работ.....	1011
<i>Быстрова Д.В.</i> Высокопроизводительные методы каменной кладки.....	1013
<i>Вершинин Д.В.</i> Особенности технологии устройства железобетонных плит перекрытий при возведении многоэтажных зданий	1016
<i>Гамов Б.А., Овсепян Ю.Г.</i> Семь скачков инженерной мысли, позволивших построить самое высокое здание в мире.....	1019
<i>Гоциридзе Г.П., Швецова Д.А.</i> Универсальная технология ТИСЭ при возведении частного сектора.....	1022
<i>Гришин В.С., Терехов И.Н.</i> Бетонные работы при отрицательных температурах.....	1024
<i>Ефремова В.Е.</i> Мониторинг напряженно-деформированного состояния несущих конструкций при помощи закладных тензодатчиков для бетона.....	1027
<i>Жеругов Р.А.</i> Неразрушающие методы контроля прочности бетона в составе организационно-технологической документации	1029
<i>Зенов В.С.</i> Технология возведения жилых домов из несъемной опалубки.....	1032
<i>Климникова М.С.</i> Перспективные технологии в экостроительстве.....	1035
<i>Кочетков М.А., Селиванова О.С.</i> Временное крепление стенок котлована способом «надувная стена».....	1038
<i>Матюхина М.А.</i> Ведение технического надзора за строительством объектов различных конструктивных схем, вида и назначения.....	1041
<i>Рзун В.В., Горынцева В.А.</i> Морские стационарные платформы	1043
<i>Русова А.Д.</i> Экологически безопасная теплоизоляция.....	1046
<i>Соболев В.К.</i> Процесс возведения вертикальных монолитных конструкций жилых зданий.....	1049
<i>Федоров В.В., Пузырькин В.В.</i> Способ укрепления грунтов.....	1052
<i>Федотов М.В.</i> Выбор оптимального способа крепления стены в грунте в условиях плотной городской застройки.....	1055
<i>Чотулов В.Ю.</i> Обзор существующей технологии производства домокомплектов из СИП в России.....	1058
<i>Эркенов Р.М.</i> Уникальные здания в России.....	1061

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛОЧНЫХ И ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	1063
<i>Бамматов А.А., Миклин Н.Н.</i> Способы обогащения целлюлозо- зосодержащих ТБО для получения строительных материалов на их основе.....	1063
<i>Бичаев М.И., Юдакова Е.В.</i> Легкие бетоны на основе гранул сшитого сополимера акриламида и акрилата калия.....	1066
<i>Бондарь Д.Д.</i> Технология дам ячеистой структуры с использо- ванием золы ТЭЦ.....	1069
<i>Землянко А.С., Тучаев Д.У.</i> Самовосстанавливающиеся строи- тельные растворы и бетоны.....	1072
<i>Иванова М.В., Нефедов Г.С.</i> Получение вторичного сырья на основе конвертерных шлаков при производстве строительных материалов.....	1074
<i>Ревенко Б.С.</i> Получение ячеистых бетонов с привлечением СВЧ технологий.....	1077
<i>Салуквадзе Г.А, Федотов А.С.</i> Обзор интеллектуальных строи- тельных материалов.....	1080
<i>Ситников И.А.</i> Способы снижения водопотребности для цементно-песчаных растворов.....	1083
 СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	 1086
<i>Баутдинов Р.Н., Смышляев Р.С.</i> Фундаменты турбоагрегатов	1086
<i>Белов Н.Р., Калитин В.С.</i> Возведение подземной части «Лахта Центра».....	1089
<i>Бунецкая В.В.</i> Возведение высотных зданий в условиях плотной городской застройки.....	1091
<i>Буряк П.В.</i> Противоаварийные мероприятия на Шуховской ра- диобашне в г. Москве.....	1094
<i>Васильев М.Д., Карастоянов П.Д.</i> Муфтовые соединение армату- ры. Применение в современном строительстве.....	1097
<i>Губанова А.С., Хачатрян К.М.</i> Устройство вертикальных шахт с использованием столопроходческого комплекса «Herrenknecht».....	1100
<i>Дежин М.А.</i> Технологические особенности применения тор- фоблоков.....	1103
<i>Долгушев Т.В., Федорова В.В.</i> Устройство дренажей в однород- ной грунтовой плотине на нескальном основании.....	1106

Иномов Х.А. Керамогранит – как элемент вентилируемых фасадов зданий в новом строительстве.....	1109
Кадетов А.С., Гайдуков П.В. Опалубка для сводов из штучных материалов.....	1112
Каурова П.И. «Бережливое строительство» как инновационный метод управления строительством.....	1115
Кочурина Е.О. Анализ экологического воздействия строительного производства на окружающую среду в условиях плотной городской застройки.....	1118
Морозова И.Н., Юрченко А.И. Дома из «кубиков» пазогребневые плиты и блоки в строительстве.....	1121
Павлов Г.В., Иванова М.В. Алмазная техника. Демонтаж колонны с помощью канатной системы.....	1124
Пронин Н.А., Кондратьев С.П. Ремонт и усиление конструкций методом инъектирования.....	1128
Старшинова А.В. Бетонирование в зимних условиях. Бетонирование конструкции методом «термоса».....	1131
Танов В.А. Уникальные технологии строительства здания «Бурдж Халифа».....	1134
Халиуллина Л.Ф., Чиликина К.В. Возведение зданий и сооружений на оползневых склонах.....	1137
Ханнанова Д.Р. Воздухоопорные сооружения.....	1140
Чебанец О.В., Горяинова М.А. Высокопрочные бетоны.....	1143
Штин Д.О., Курохтин А.А. Снеговая защита зданий в районах Крайнего Севера.....	1146
СЕКЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СИЛИКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....	1149
Безверхова Е.О. Очистка сточных вод при производстве цветного стекла.....	1149
Богданов К.А. Экологическая характеристика процессов производства керамических изделий.....	1152
Досьяева А.А. Утилизация твёрдых отходов стекольной промышленности.....	1155
Котенко А.Ф. Утилизация твердых отходов керамической промышленности.....	1158
Макурин С.А. Применение наноматериалов в строительстве и экологическая безопасность.....	1160
Немирова В.А. Самоочищающиеся стекла – современный материал для экологического строительства.....	1163

<i>Хацкевич Е.З.</i> Экологические аспекты биоповреждений строительных материалов.....	1166
<i>Чуришкин М.А.</i> Проблемы окружающей среды и коррозия цементного камня.....	1169
<i>Яблонская Е.Д., Безверхова Е.О.</i> Экологическая характеристика производства стекла. Пылеобразование. Очистка.....	1172

**СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....** 1174

<i>Бучнев Б.С., Романенков А.Н.</i> Повышение качества несущих конструкций на примере реконструкции памятника архитектуры г. Челябинска Александро-Невской церкви.....	1174
<i>Быканова М.С., Егорова Н.В.</i> О проблемах качества первичных средств пожаротушения - огнетушителей.....	1177
<i>Дереджи Альперен, Илларионова Я.А.</i> Требования к параметрам контрольно-измерительных приборов для автоматизации процессов обеспечения оптимальных параметров микроклимата помещений зданий.....	1180
<i>Игнатьева А.В.</i> Проблемы технического регулирования устойчивого развития в дизайне оригинальных строительных сооружений.....	1183
<i>Костюченко Е.Г., Евич А.А.</i> Стандарты BIM-проектирования площадных объектов.....	1186
<i>Морозова М.К.</i> Анализ требований профессионального стандарта для специалистов по экологической безопасности в строительстве.....	1188
<i>Найденова Д.Ю.</i> Особенности оценки неопределённости результатов измерений на примере расчета прочности бетона на сжатие.....	1191
<i>Одинцова В.В.</i> Исследование повышения уровня энергоэффективности мобильных домов.....	1193
<i>Олешко Д. А., Шубенина А. А.</i> Нормативно-правовое регулирование для устойчивого развития строительства на рекреационных территориях.....	1196
<i>Помыканова А.А.</i> Обеспечение условий труда в части естественного освещения в соответствии с требованиями системы управления охраны труда.....	1199
<i>Рафеевко В.В.</i> «Панорамное остекление и его влияние на физиологию человека».....	1202
<i>Селятова К.Д.</i> Анализ норм технического регулирования по мобильным сооружениям.....	1205

<i>Тактаев И.А., Николаев М.А.</i> Планирование качества «зелёной» кровли.....	1208
<i>Харичкова Е. В.</i> Документооборот на предприятии в рамках системы управления охраной труда.....	1210
<i>Якунин С.С.</i> Направления совершенствования качества селитебных территорий для их устойчивого развития	1212