

«УТВЕРЖДАЮ»



Руководитель группы компаний

АО «НПК «Медиана-фильтр»

Доктор физико-математических наук

Пантелеев А.А.

«15» августа 2023 г.

Отзыв ведущей организации

АО «НПК «Медиана-фильтр»

на диссертационную работу **Аль-Амри Заед Садик Абрахем** на тему
**«ПОДГОТОВКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ И
ОПРЕСНЕННЫХ МОРСКИХ ВОД»**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

Актуальность диссертационной работы Аль-Амри Заед Садик Абрахем очевидна в условия растущего дефицита питьевой воды в Ираке и заключается в поиске оптимальных путей подготовки питьевой воды из различных доступных источников.

Диссертация изложена на 168 страницах машинописного текста, включает 24 рисунков, 22 таблиц; список литературы содержит 105 наименований.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных выводов, приложения и списка использованных источников.

В введении показана актуальность работы – Ирак переживает серьезный водный кризис и поставлена цель – исследование и разработка методов очистки природных вод с примесями естественного, промышленного, коммунального происхождения и приведения их к требованиям централизованного водоснабжения.

В главе 1 дан анализ существующих ресурсов подземных и поверхностных вод для применения в хозяйственно-питьевом водоснабжении Ирака. Рассмотрены существующие объемы вод в Ираке, качество подземных вод и различные методы их опреснения – вымораживание, термический, обратный осмос, ионный обмен и их сочетания. Описаны способы корректировки физико-химического состава опресненный (искусственных) вод для балансирования содержания в них микроэлементов.

Сформулированы основные задачи исследования.

В главе 2 на основании выводов из литературного обзора представлены теоретические и технологические основы улучшения качества подземных вод для питьевого водоснабжения.

Жесткость подземных вод может значительно варьироваться в верхних и нижних пределах, быть чрезвычайно завышенной или низкой, содержать повышенные концентрации йода, фтора и других элементов. После очистки, наоборот, может быть недостаток ряда элементов, необходимых организму человека. Поэтому их приходится насыщать углекислотой, и микроэлементами в строго определенных количествах. Особенно это относится к производству бутилированной воды с более жесткими требованиями по ее безопасности и «правильному» химическому составу.

Предлагаются технологические схемы очистки подземных вод, загрязненных различными примесями. В ходе вторичной обработки в воду выводятся элементы, важные для здоровья человека.

Для конструктивного оформления этих процессов выявлены технологические особенности их протекания. На примере кальцинации мягких питьевых вод т.е. дозировки в них кальция, теоретически исследуются основные закономерности и пути интенсификации процессов подготовки исследуемых вод, а также их практическая реализация в производстве бутилированной воды

В главе 3 приведены результаты лабораторных исследования и пилотных испытаний по определению технологических параметров и оценки эффективности основных методов подготовки природных вод. В Ираке приготовление питьевой воды из пермеата морской воды является альтернативой существующей технологии водоподготовки. В связи с наличием в морской воде биологически активного компонента – бора и отсутствием селективных мембран для его удаления, опреснение ведут в две ступени с подщелачиванием пермеата I-ой ступени до $\text{pH} = 10$. Подготовку питьевой воды осуществляют из пермеата II-ой ступени путём его фильтрационного обогащения гидрокарбонатом кальция с последующим кондиционированием. Автором представлены результаты исследования по оценке эффективности кальцинации пермеата дозирования соляной и серной кислоты и кальций-карбонатной загрузки при обогащении дистиллята кальцием.

Показано, что достигаются заданные параметры процесса. Наилучший результат получен с комплексным применением смеси кислот.

Проверено также электроимпульсное воздействию на CaCO_3 для увеличения выхода Ca^{+2} , и определено, что это происходит в результате интенсивного

разрушения кристаллической решетки минерала.

Для очистки воды от соединений бора предложен способ, основанный на ионном обмене с применением высокоселективных анионообменных смол S-108 фирмы «Purolite», IRA-743 – Rohm and Haas/ ныне DuPont. Их использование позволяет удалять биологически активные соединения бора без изменения макрокомпонентного состава воды. Прогнозная оценка показала, что при догрузке 3% в год по объему смола работает в течение 6 лет.

Исследование эффективности удаления стабильного стронция проводилось на клиноптилолите в условиях повышенной жесткости подземной воды. Для исследований выбран клиноптилолит Холинского месторождения. Определена общая динамическая обменная емкость клиноптилолита по катионам жесткости и стабильному стронцию, которая соответственно составила 1076,3 мг-экв/дм³ и 176,4 мг-экв/дм³ загрузки. Долевая часть общей обменной емкости клиноптилолита по стронцию составляет 16.4%, что указывает на достаточную селективность клиноптилолита по Sr²⁺ при отношении концентрации Sr : Ж_{об} = 0,73 : 10,25 мг-экв/дм³. Эффективность удаления стронция до норм ПДК в три раза выше по сравнению с катионами жесткости (Ca²⁺ и Mg²⁺), а эффект полного извлечения выше в шесть раз. Показано, что ДОЕ клиноптилолита по стронцию позволяет очистить до 280 объемов воды при условии ее восстановления общей жесткости в фильтрате до исходной.

В четвертой главе приводится расчет станции приготовления питьевой воды по узлам и вспомогательным устройствам, следуя соответствующим элементам технологической схемы приготовления питьевой опресненной воды. В малых поселениях, где нет централизованного водоснабжения (особенно актуально для Ирака), строительство стационарных очистных сооружений нецелесообразно как с технологической, так и с экономической точек зрения. В этой связи встает задача разработки мобильной станции приготовления питьевой воды малой производительности.

Внедрение результатов данных исследований произведено в процессе разработки рекомендаций по проектированию технологической части установки приготовления питьевой воды из опресненной дистилляцией морской воды производительностью 12000 м³ в сутки и легли в основу разработки контейнерной модульной установки на 480 м³ в сутки. Расчет установки производился по узлам и вспомогательным элементам технологической схемы.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций основана на использовании стандартных аттестованных методик исследований, проведении экспериментов на лабораторных и пилотных установках с применением поверенных приборов так, что результаты экспериментальных и теоретических исследований показывают удовлетворительную сходимость.

Представленные в диссертации результаты исследований достаточно полно отражены в многочисленных научных публикациях диссертанта, как в изданиях, рекомендованных ВАК, так и других научных изданиях.

Научная новизна заключается в следующем:

- разработан способ обогащения гидрокарбонатом кальция мягких искусственных питьевых вод с помощью фильтрационной технологии, путем предварительной карбонизации фильтруемой воды диоксидом углерода;
- экспериментально доказано, что одновременное применение двух сильных кислот в большей степени способствует интенсификации процесса кальцинации; наряду с этим, использование одной сильной кислоты с диоксидом углерода в равной степени усиливает процесс кальцинации;
- экспериментально установлено, что использование кальций-карбонатной загрузки и минеральной кислоты показало свою эффективность в процессе минерализации имитата пермеата 2 степени очистки морской воды;
- опытным путем установлены оптимальные условия кондиционирования опресненной воды, предварительно насыщенной гидрокарбонатом кальция по сценарию: обогащение фтором + дезинфекция + стабилизация
- проведены исследования эффективности сорбции стабильного стронция на клиноптилолите в условиях повышенной жесткости подземных вод; на основании экспериментальных исследований на лабораторном фильтре с клиноптилолитом построены выходные кривые;
- установлены зависимости остаточной концентрации жесткости и стронция в фильтрате от количества относительных объемов пропущенной воды к объему загрузки.
- на основании экспериментальных исследований определены закономерности процесса удаления Sr ст. из воды.

Практическая ценность диссертационной работы Аль-Амри Заед Садик Абрахема заключается в разработке методов обогащения воды кальцием, фтором, схем очистки некондиционных подземных вод от бора и стронция, и приготовления бутилированных

вод.

Автором разработаны предложения по созданию станции приготовления питьевой воды.

Несмотря на общее хорошее впечатление от диссертации, она не свободна от ряда недостатков:

- утверждение, что «Любая дезинфекция воды нарушает ее структуру» ничем не подтверждено, так же, как и: «На данный момент, электролиз воды ионами Ag представляет собой наиболее щадящий способ», причем ссылка [55] совершенно на другое – Ларин Б.М.

- утверждение, что «Хлор и диоксид хлора часто заменяют озон в качестве окончательного дезинфицирующего средства» все смешано. Озон и диоксид хлора не используются в качестве окончательного дезинфицирующего средства, только хлор производные.

- «Широко распространено использование сильного ультрафиолетового излучения» – нет такого понятия. Есть мощность дозы излучения.

- Применение ингибиторов часто связано со стремлением производителей мембранного оборудования завуалировать и исправить недоработки конструкции, использование в нем элементов и материалов бытового оснащения. С одной стороны, такое решение помогает уменьшить капитальные затраты при производстве такого оборудования, однако, с другой стороны, это приводит к существенному увеличению расходов при эксплуатации установки в связи с постоянным существованием проблемы качества воды. Совершенно не корректный вывод. Ингибиторы используются для защиты мембран от осаждения на них солей жесткости и железа.

- Часто применяются опасные для здоровья населения решения, как например, установки обратного осмоса, с непрерывным дозированием в поток исходной воды ингибиторов. Ингибиторы не попадают в питьевую воду! Они сливаются вместе с концентратом. Причем имеют соответственные разрешения на сброс.

- Модуль умягчения, который способствует эффективной работе мембранной установки с конверсией 75-80% и, таким образом, сохраняет «природные» свойства воды. Это никак не связано и вообще нет такого понятия – «природные» свойства воды.

- Изготовление бутилированной воды наносит значительный вред окружающей среде. Для того, чтобы произвести 1 бутылку воды необходимо затратить

количество воды в 7 раз больше. Реально, в РФ, с учетом мойки тары это максимум 2 раза.

- Для очистки воды от соединений бора **предложен** способ, основанный на ионном обмене с применением высокоселективных анионообменных смол. Существующие смолы S-108 фирмы «Purolite», IRA-743 – DuPont /Rohm and Haas именно для этого и производятся.

Отмеченные недостатки не снижают общего хорошего впечатления от работы.

Теоретические и практические результаты работы Аль-Амри Заед Садик Абрахема представляют собой законченное научное исследование. Основные результаты работы изложены в публикациях и доложены на конференции. Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Аль-Амри Заед Садик Абрахема является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени, а Аль-Амри Заед Садик Абрахем заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Отзыв на диссертацию заслушан и одобрен на заседании технического совета АО «НПК «Медиана-фильтр» от 15 августа 2023 г., протокол №8 от «15» августа 2023 г.

Главный научный сотрудник АО «НПК «Медиана-фильтр»

Доктор технических наук, старший научный сотрудник



Рябчиков Борис Евгеньевич

Адрес: 105318 Россия, Москва, Ткацкая ул., 1

E-mail: ryabchikov@mediana-filter.ru

Тел.: +7 (495) 660-07-71