

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доцента, кандидата технических наук Али Мунзер Сулеймана на диссертационную работу Голубева Андрея Вячеславовича на тему «Переходные процессы в гидравлических системах энергетических объектов в напорном и безнапорном режимах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

1. Актуальность темы исследования определяется необходимостью комплексного учета большой совокупности факторов, существенно влияющих на режимы работы в переходных процессах насосных станций в системах охлаждения таких крупных энергетических объектов, как тепловые и атомные электростанции. Практически невозможно обеспечить допустимые по нагрузкам от внутреннего давления воды, без специальных мероприятий по снижению гидроудара, которые разрабатываются на стадии проекта, а решения принимаются по результатам подробного математического моделирования нестационарных переходных процессов во всем комплексе сооружений и оборудования насосной станции. Большая сложность и высокая ответственность принимаемых решений обуславливают актуальность представленной темы исследований.

2. Структура и содержание работы

Научно-квалификационная работа содержит введение, пять глав, основные выводы, список литературы из 108 наименований. Объем работы составляет 139 страниц машинописного текста, включая 64 рисунка и 8 таблиц.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследования; определена степень ее разработанности; обозначены цель и задачи исследования; изложены основные положения научной новизны, теоретической и практической значимости работы; представлены сведения о публикациях по теме исследования, апробации и внедрении результатов работы.

В первой главе выполнен обзор литературы по тематике переходных процессов насосных станций, выделены особенности решаемых задач при пусках насосных агрегатов с учетом специфики трассировки и специального оборудования систем охлаждения основных потребителей крупных энергетических объектов.

Представлено обоснование необходимости систематизации системы ограничений, обеспечивающих надежные условия работы насосной станции

при пусках, требования к математическим моделям расчетов в части учитываемых процессов и влияющих факторов.

Вторая глава посвящена описанию использованной для исследований оригинальной авторской численной модели расчетов переходных процессов.

Особое внимание уделено граничным условиям, описывающим работу сложного теплообменника, которым является конденсатор тепловой турбины, работающий в условиях пусков, последовательно, в безнапорном и в напорном режимах. Представлен алгоритм итерационного процесса решения системы линейных и нелинейных уравнений, описывающих работу конденсатора и прилегающих участков водоводов при пусках.

Выполнен анализ различных способов задания граничных условий, описывающих работу запорной арматуры, показана форма представления характеристики, обеспечивающая наилучшие условия сходимости итерационного цикла расчетного алгоритма.

Показана важность практического применения и включения в модель расчета процесса перехода в водоводе из безнапорного в напорный режим, работы с учетом дополнительного динамического волнового напора, по которому представлены количественные данные в зависимости от степени начального заполнения и расхода.

Третья глава посвящена особенностям переходных процессов пусков в разомкнутых системах охлаждения с водосливом в верхнем бьефе, в которых конденсатор является самым высоко расположенным по трассе сооружением.

В исследовании показано, как указанные ограничения в комплексе обеспечиваются за счет выбора пускового угла лопастей насоса или угла предротации, пусковой характеристики электродвигателя, количества и расходной характеристики воздушных клапанов.

Выполнены исследования условий прохождения при пуске области неустойчивых режимов насоса при пусках и влияние таких параметров, как постоянная инерции напорного водовода и постоянная инерции насосного агрегата.

Четвертая глава посвящена особенностям переходных процессов в замкнутых насосных системах охлаждения с градирней в верхнем бьефе и без регулирующего затвора на напорном патрубке насоса.

По результатам выполненных исследований сформулированы условия, ограничивающие максимальные размеры воздушного клапана по условиям роста давления при занеполивании конденсатора после выхода всего воздуха из камеры, связанное с выравниванием разности расходов на входе и выходе конденсатора.

Рассмотрены потенциальные случаи попадания насоса в область неустойчивых режимов. Представлены траектории переходных процессов, включая длительность нахождения насоса в области неблагоприятных режимов.

В пятой главе приведены результаты исследований процессов пусков в системах с градирнями и регулирующим затвором, который может располагаться в различных местах по трассе.

Представлены результаты исследований пусков, при расположении затвора на подводящем и отводящем трубопроводах.

Приведены ограничения по режиму открытия затвора. Результаты расчетов сопоставлены с реальными осциллограммами пусков в системах охлаждения, параметры которых определены по результатам проведенных автором исследований.

Показаны преимущества и опасности пусков насоса на закрытый затвор, особенно в условиях наличия в конденсаторе ограниченного объема зажатого воздуха.

В Заключении представлены основные выводы по итогам диссертационного исследования.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Достоверность результатов диссертационного исследования обусловлена тем, что разработанная математическая модель насосной станции охлаждения, построена на применении фундаментальных положений гидравлики неустановившегося движения, использовании граничных условий, с необходимой полнотой описывающих характеристики насосного оборудования, теплообменников сложной конструкции, регулирующего оборудования, как для гидравлической, так и пневматической частей рассматриваемой системы. Достоверность подтверждена опытом натурных испытаний насосных систем охлаждения, спроектированных с использованием результатов выполненных исследований.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, заключается в методике оценки и систематизации системы ограничений протекания переходных процессов пусков насосных станций систем охлаждения крупных энергетических объектов, и влияющих на указанные ограничения факторов, обеспечивающих успешное и безопасное протекание переходных процессов с точки зрения нагрузок на теплообменники, и элементы водопроводящего тракта, а также на насосное оборудование.

4. Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы состоит в комплексном подходе к исследованию процессов пусков насосных станций с учетом специфики применяемого оборудования, трассировки водоводов и условий высотного расположения сооружений в верхнем бьефе гидравлической системы, в систематизации действующих ограничений и факторов, и параметров специального оборудования, обеспечивающих их достижение в допустимых пределах.

Практическая значимость работы состоит в использовании ее результатов в практике проектирования насосных систем охлаждения основных потребителей крупных энергетических объектов.

5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных соискателем в диссертационной работе, подтверждается соблюдением научных подходов при формировании теоретических положений и анализом результатов, проведенных опытов.

Результаты представленного диссертационного исследования имеют высокую степень обоснованности, обусловленную опытом их внедрения в реализованные проекты систем охлаждения, подтвержденные опытом их эксплуатации в переходных процессах.

6. Замечания по диссертации

1. В диссертационном исследовании рассмотрены только процессы пуска, по которым назначены параметры защиты от повышенного давления в виде клапанов выпуска воздуха, как на их параметры повлияют другие переходные процессы, например, потеря привода насосных агрегатов.

2. В работе рассмотрены только блочные системы охлаждения конденсаторов паровых турбин. Как изменится предложенная система ограничений в случае группового питания нескольких конденсаторов от общей магистрали, например, примененная на станции Пахш-2.

3. Какие общие выводы можно дать по результатам исследований в качестве общих рекомендаций проектировщикам данных насосных систем для включения в нормативную документацию?

4. При анализе прохождения насосом области неустойчивых режимов не должно быть учтено ограничение по длительности нахождения насоса в этих режимах с повышенными динамическими нагрузками на элементы проточного тракта и рабочего колеса.

Заключение

Диссертационная работа Голубева Андрея Вячеславовича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Переходные процессы в гидравлических системах энергетических объектов в напорном и безнапорном режимах» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Голубев Андрей Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук
(специальность 06.01.02
Мелиорация, рекультивация и
охрана земель), доцент,
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский государственный
аграрный университет - МСХА
им. К.А. Тимирязева», кафедра
«Сельскохозяйственного
водоснабжения, водоотведения,
насосов и насосных станций»,
и.о. заведующего кафедрой.



Али Мунзер Сулейман

«19» марта 2024 г.

Адрес: 127434, г. Москва, Тимирязевская ул. 49
Тел.: (499) 976 0480
E-mail: info@rgau-msha.ru

