

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет

Сергеев В.В.

— 2020 г.



Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу

Лоншакова Никиты Андреевича

«Повышение эффективности питательных насосов с турбинным приводом»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их
энергетические системы и агрегаты»

Актуальность темы

Развитие современных технологий цифрового моделирования расширяет возможность совершенствования имеющихся подходов диагностирования состояния оборудования и систем электрических станций. Применение нейросетевой технологии позволяет строить модели оборудования на основе реальных данных о его работе, учитывая при этом техническое состояние и особенности эксплуатации каждого конкретного агрегата, тем самым повышается точность анализа и прогнозирования изменения эффективности исследуемых установок.

Технология нейросетевого моделирования является перспективным инструментом повышения точности и достоверности прогнозирования параметров работы питательных насосов с турбинным приводом (ПТН), что обеспечивает возможность повышения эффективности ПТН за счет воздействия на режимные параметры.

Большинство используемых в настоящее время питательных насосов с турбинным приводом разработано во второй половине 20 века. Современные методы инженерного анализа позволяют исследовать и выявлять пути конструктивной модернизации подобного морально устаревшего оборудования. Совершенствование конструкции составных частей ПТН позволит снизить гидравлические сопротивления основных потоков, проходящих через питательный турбонасос, тем самым увеличивая эффективность преобразования энергии при работе ПТН.

Исходя из вышеизложенного, тема диссертационной работы Н.А. Лоншакова, цель которой заключается в повышении эффективности питательных насосов с турбинным приводом путем разработки и научного обоснования режимных и конструктивных мероприятий, является актуальной и востребованной.

Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи:

- анализ существующих режимов и условий эксплуатации питательных турбонасосов на основе экспериментальных данных, полученных в ходе длительной работы действующего оборудования;

- анализ существующих способов оценки и повышения эффективности питательных турбонасосов на основе данных, полученных со штатных контрольно-измерительных приборов электростанции;

- разработка новой методики оценки эффективности работы питательных турбонасосов с использованием нейросетевого моделирования действующих ПТН на основе эксплуатационных данных, получаемых со штатных контрольно-измерительных приборов на протяжении длительного периода эксплуатации;

- сравнение разработанной и существующих методик оценки эффективности питательных турбонасосов;

- разработка программных комплексов оценки эффективности питательных турбонасосов с применением нейросетевого моделирования;

- определение способов повышения эффективности питательных турбонасосов за счет конструктивного совершенствования регулирующего клапана приводной турбины.

Структура работы

Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы (состоит из 122 наименований), 2 приложения. Общий объем работы 164 страницы, 79 рисунков, 36 таблиц.

В первой главе приведены результаты анализа научно-технической литературы по теме диссертации. Рассмотрены существующие способы повышения эффективности питательных насосов с турбинным приводом путем влияния на гидравлический тракт насоса, а также за счет внесения изменений в конструкцию приводных турбин. Исследованы методы моделирования оборудования электрических станций. В заключении главы сформулированы цели и задачи диссертационной работы.

Во второй главе автором в ходе сравнительного анализа выбран метод нейросетевого моделирования, на основе которого разработана оригинальная методика оценки эффективности питательных турбонасосов, позволяющая диагностировать состояние оборудования по его эксплуатационным параметрам. Для демонстрации эффективности методики, в качестве объекта исследования, выбраны четыре питательных турбонасоса, работающие параллельно на двух блоках электростанции. Автором собраны эксплуатационные параметры исследуемых ПТН, проведен анализ и

метрологическая проработка полученных данных. В завершении главы приведены краткие выводы по проделанной работе.

В третьей главе обоснован выбор критериев эффективности работы питательных турбонасосов, используемых в разработанной методике оценки эффективности ПТН. По заданным критериям эффективности оценена работа исследуемых питательных насосов с турбинным приводом в сравнении с паспортными характеристиками соответствующего оборудования. Для обоснования выбора нейросетевой технологии в качестве инструмента моделирования работы ПТН автором наряду с нейросетевой создана регрессионная модель одного из исследуемых питательных турбонасосов. В ходе последующего сравнительного анализа результатов моделирования, полученных с помощью различных технологий, наглядно продемонстрировано преимущество нейросетевого метода моделирования над регрессионным для достижения цели диссертационного исследования.

В выводах по главе приведена погрешность результатов оценки эффективности исследуемых питательных насосов с турбинным приводом, составившая 2%, что является допустимым уровнем погрешности для решения инженерных задач.

В четвертой главе автором разработаны программные комплексы определения эффективности исследуемых питательных насосов с турбинным приводом, основанные на применении предложенного метода оценки эффективности ПТН. Демонстрируется возможность прогнозирования изменения эффективности работы оборудования в зависимости от изменения его эксплуатационных параметров. На основе данной информации автором предложен способ повышения эффективности эксплуатации ПТН путем определения и достижения нормативного удельного расхода тепловой энергии брутто, отпускаемого на приводную турбину питательного насоса, за счет воздействия на эксплуатационные параметры. Применение данного способа к четырем исследуемым ПТН позволит снизить расход тепловой энергии брутто на 5 – 8,4%.

Также автором рассматривалась возможность повышения эффективности ПТН за счет совершенствования проточной части регулирующего клапана (РК) приводной турбины. Построена 3D-модель клапана, проведены расчеты параметров пара для прототипа клапана и новых форм проточной части РК с учетом предложенных и обоснованных конструктивных изменений. Повышение эффективности ПТН от внесения конструктивных изменений в регулирующий клапан составило 3,2%.

В выводах по четвертой главе представлены перспективы применения разработанной методики оценки эффективности питательных турбонасосов и предложенных способов повышения эффективности ПТН.

В заключении приведены общие выводы по работе.

Изложение материала диссертации имеет классическую структуру для подобного рода работ. Научные результаты диссертационной работы раскрыты в опубликованных работах, доложены на международных

конференциях и семинарах. Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает её теоретические и практические результаты.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанная методика оценки эффективности питательных насосов с турбинным приводом, способ получения технически обоснованных норм тепловой энергии брутто на работу каждого питательного турбонасоса, способ повышения эффективности приводных турбин питательных насосов за счет конструктивного совершенствования проточной части регулирующего клапана рекомендуются к использованию в научно-исследовательских, производственных и проектных организациях, занимающихся исследованием, разработкой, проектированием и эксплуатацией паротурбинных установок, имеющих в своем составе питательные насосы с турбинным приводом, а также в учебном процессе теплоэнергетических специальностей вузов.

Новизна исследования определяется следующими наиболее значимыми научными результатами:

– разработана основанная на нейросетевой технологии и реальных эксплуатационных данных методика оценки эффективности питательных насосов с турбинным приводом, позволяющая учесть техническое состояние каждого отдельного агрегата и характерные режимы его эксплуатации, что обеспечивает возможность обоснованного определения индивидуальных способов повышения эффективности питательных насосов с турбинным приводом;

– предложен технически обоснованный способ разработки нормативного удельного расхода тепловой энергии брутто на приводные турбины питательных турбонасосов конденсационного типа, не требующий проведения испытаний на действующем оборудовании;

– предложен новый способ установления количественной зависимости показателей эффективности питательных насосов с турбинным приводом от эксплуатационных параметров, позволяющий повысить точность прогнозирования показателей работы турбонасосов в различных режимах.

Обоснованность и достоверность результатов работы обеспечивается применением апробированных методов и программных средств моделирования и анализа работы тепломеханического оборудования и систем электрических станций; использованием экспериментальных данных по эксплуатации питательных насосов с турбинным приводом, полученных за счет стандартизированных методов и поверенных средств измерения параметров; совпадением в пределах погрешности результатов математического моделирования с фактическими эксплуатационными данными по работе оборудования; согласованностью результатов работы с опубликованными данными других авторов.

Практическую значимость представляют следующие основные результаты диссертационных исследований и разработок:

– получен набор статистических эксплуатационных данных по питательным турбонасосам и предложена методика оценки и прогнозирования их характеристик в расчетном диапазоне рабочих параметров для повышения эффективности турбонасосов;

– разработаны программные комплексы, позволяющие реализовать возможности созданных математических моделей питательных турбонасосов;

– предложены и научно обоснованы конструктивные и режимные мероприятия, позволяющие уменьшить затраты энергии на питательные турбонасосы;

– проведен сравнительный анализ эффективности нескольких питательных турбонасосов одного энергоблока, в результате которого сформулированы рекомендации по выбору насоса для эксплуатации в режимах частичной нагрузки энергоблока.

Замечания по работе

1. При определении технически обоснованного нормативного расхода тепловой энергии брутто на исследуемые ПТН (с. 118 диссертации) отмечено, что «на основе созданных нейросетевых моделей для каждой точки эксплуатации определены режимы наиболее оптимальной работы оборудования», но не понятно, за счет каких мероприятий определены эти режимы работы питательных турбонасосов.

2. Из текста диссертации непонятно, чем обусловлено создание двух нейросетевых моделей для исследуемых ПТН с разными целевыми параметрами, базирующихся при этом на одном обучающем множестве. Технология нейросетевого моделирования позволяет создавать модели с несколькими целевыми параметрами, что способствует снижению объема занимаемой памяти вычислительного устройства при работе с нейросетевой моделью.

Заключение по работе

Рассматриваемая диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований и разработок на актуальную тему предложены решения по повышению эффективности питательных насосов с турбинным приводом с привлечением разработанной методики оценки эффективности питательных турбонасосов различных типов. Диссертация отвечает требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствующим специальности 05.14.14 «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты», автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации, а ее автор, Лоншаков Никита Андреевич, заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа, а также отзыв на диссертацию рассмотрены на заседании Высшей школы атомной и тепловой энергетики, протокол № 4 от 9 сентября 2020г.

Директор высшей школы
атомной и тепловой энергетики
ФГАОУ ВО «Санкт – Петербургский
политехнический университет
Петра Великого»
к.т.н., доцент



Калютик Александр Антонович

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, дом 29, сайт: <https://www.spbstu.ru>, e-mail: office@spbstu.ru, рабочий телефон: +7 (812) 297-20-95

Сведения о лице, утвердившем отзыв ведущей организации на диссертацию

Сергеев Виталий Владимирович
проректор по научной работе,
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого»
доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН РФ
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, дом 29, сайт: <https://www.spbstu.ru>, e-mail: office@spbstu.ru, рабочий телефон: +7 (812) 297-20-95