

Отзыв

официального оппонента на диссертацию

Новоселова Владимира Борисовича «Разработка методов исследования и совершенствования электрогидравлической системы регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их элементов» представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки

Актуальность работы

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений. Предметом исследований диссертационной работы являются электрогидравлическая система регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их элементы, методы их моделирования, исследования и расчёта, а также их практическая реализация в серийном производстве заводов-изготовителей паровых турбин и ремонтными предприятиями в энергетической отрасли.

Вопросы разработки методов анализа, расчёта и проектирования электрогидравлической системы регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их отдельных элементов остаются сложными, поскольку опыт практического их проектирования и внедрения, как справедливо отмечает автор, показывает, что для принятия эффективных решений в большинстве случаев недостаточно существующих теоретических и экспериментальных исследований. Значение разработки новых методик расчётов на основе апробированных теоретических методов исследования, в некоторой степени замещающих отсутствие экспериментальных данных, становится в современных условиях, когда проведение натурных испытаний на реальных объектах сложно, если не сказать практически невозможно, особенно актуальными.

В настоящее время сложилось известное состояние дел, когда наряду с находящимся в эксплуатации большим количеством теплофикационных турбин с механогидравлическими и гидродинамическими САР существуют САР на базе современной микропроцессорной системы регулирования и

Вх. № 05-19/1-20.4
от 06.11.14 г.

защиты паровых турбин со значительным упрощением гидромеханической части и обладающие значительно большими возможностями регулирования. С другой стороны, ужесточение требований к качеству генерируемой электроэнергии в условиях работы на рынке электроэнергии и мощности требует новых, более эффективных подходов к процессам регулирования и управления технологическими процессами энергетического оборудования.

Указанное выше дает основание утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, является актуальной. Решение обозначенной выше проблемы, имеющей важное значение для энергетической отрасли, позволит обосновать и осуществить оснащение электрогидравлическими системами регулирования и защиты турбин, находящихся в эксплуатации и таким образом обеспечить безопасность их работы в условиях переменных графиков электро- и теплотребления и при возникновении аварийных ситуаций.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. В работе изучены и критически анализируются известные достижения и теоретические положения других авторов по вопросам анализа, моделирования, расчёта и проектирования электрогидравлической системы регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их отдельных элементов. Список использованной литературы содержит 311 наименований. Примечательно, что автор использовал не только материалы монографий и периодической печати, но и большое число диссертационных работ.

Обоснованность научных положений обеспечивается использованием апробированных методов аналитического исследования устойчивости и качества системы регулирования; использованием достоверных данных о параметрах системы регулирования, принятых из известных расчётных,

эксплуатационных и экспериментальных данных заводов-изготовителей паровых турбин;

Достоверность результатов исследования обеспечена применением методов математического моделирования с использованием уточнённых расчётных моделей, приближающих математическое описание объектов исследования к их реальному физическому состоянию; апробацией и подтверждением результатов исследования в работе новых и модернизируемых паровых турбин в различных условиях эксплуатации; участием в пусконаладочных работах и приёмосдаточных испытаниях турбин на электростанциях, подтверждающих результаты исследований; длительным опытом надёжной эксплуатации большого числа паровых турбин, на которых реализованы результаты исследований.

Обоснованность выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечивается применением современного программного комплекса для выполнения комплексных расчётных исследований.

Новизна исследований и полученных результатов

В качестве новых научных результатов автором выдвинуты:

- разработанные им математические модели: контура регулирования частоты вращения (РЧВ) паровой теплофикационной турбины семейства Т-100-130 для гидродинамических и электрогидравлических систем регулирования, на основании которых определены области оптимальных параметров РЧВ, разработаны обобщённые математические модели контура ЧВ для турбин с различными динамическими характеристиками роторов; парового нагружения кольца ПРД и методики расчёта силовых характеристик сервомотора ПРД.; рычажного привода датчика положения сервомотора регулирующего органа турбины (ДПС) на основе поворотного электрического энкодера, методики исследования рычажного привода ДПС на линейность, на основании которой найдена оптимальная конфигурация рычажного привода ДПС, сочетающая компактность и линейность передачи

прямолинейного движения поршня сервомотора в поворотное движение вала энкодера при угле поворота вала датчика $\sim 90^\circ$,

- предложенный метод обобщения моделей, позволяющий существенно сократить количество её переменных параметров, с применением которого выполнены исследования контура частоты вращения для турбин с различными постоянными времени роторов и РЧВ с различными законами регулирования: П, ПИ, ПД, на основании которых выбраны области оптимальных значений параметров РЧВ, соответствующие наилучшему соотношению быстродействия и устойчивости контура частоты вращения;

- результаты выполненного анализа различных структурных схем систем защиты турбины с позиций количества каналов защиты, конструктивных особенностей и логической схемы системы формирования сигнала защиты, на основании которого показано, что минимально возможной логической схемой, позволяющей выполнять поканальную проверку системы защиты в любых вариантах исполнения, является «2 из 3».

- результаты практически реализованных различных конструктивных систем защиты паровых турбин, доказывающих, что для турбин УТЗ наиболее простой и надёжный вариант системы защиты, выполняемый по беззолотниковой отсечной схеме, может быть реализован минимально в 4-х канальном исполнении, хотя практически такая система реализована 5-канальной.

- разработанную методику расчёта работы «вскипающего» пара подогревателей паровой турбины при сбросе турбоагрегатом электрической нагрузки с отключением генератора от сети, выполненное им уточнение методики с учётом переменности количества воды в подогревателе и параметров воды и пара на линии насыщения.

- результаты выполненной а основе предложенной автором уточнённой методики вариантные расчёты применительно к отдельным теплообменным аппаратам турбины семейства Т-100-130;

- результаты исследований кинематической схемы привода сервомотора

поворотной регулирующей диафрагмы (ПРД), «нелинейной» кинематической схема привода ПРД.

Положительным является тот факт, что все основные научные результаты реализованы и используются в системах и узлах регулирования паровых теплофикационных турбин ЗАО УТЗ (вновь изготавливаемых и модернизируемых), а также в модернизированных системах регулирования и защиты паровых турбины, реализованных ОАО «Уралэнергоремонт» (УЭР) и другими энергоремонтными предприятиями. Кроме того, результаты исследований подтверждены натурными испытаниями на стендах ЗАО УТЗ, при наладке систем регулирования и защиты на ряде ТЭЦ, а также практикой эксплуатации этих систем на значительном числе объектах.

Практическая значимость заключается в том, что все основные результаты исследований реализованы на практике в конструкциях новых паровых теплофикационных турбин ЗАО «УТЗ» и их систем регулирования, а также использованы в проектах модернизации паровых турбин УТЗ, находящихся в эксплуатации; результаты исследований уже использованы и могут быть в дальнейшем использоваться для паровых турбин всех типов других заводоизготовителей; уточнённые методики расчётов позволяют объективно обосновать выбор средств защиты турбоагрегата в аварийных ситуациях.

Положительным качеством диссертации является обстоятельность изложения материала и четкость аргументации предлагаемых решений. Материал диссертации изложен грамотным техническим языком, из недостатков можно лишь отметить излишне подробное для докторской диссертации описание конструктивной реализации предложений автора, результатов внедрения с указанием полного списка станций и агрегатов и т.д. Понятно, что автору хотелось представить весь имеющийся материал, но очевидно, можно было бы эти разделы диссертации представить в виде приложений к диссертации.

По диссертационной работе в целом имеются следующие замечания:

1. Некоторые главы диссертации перегружены изложением известных положений. Так, в первой главе наряду с подробным обзором технической литературы приведено описание конструктивного выполнения систем регулирования и защит теплофикационных турбин и т.д.

2. Автор на базе разработанных математических моделей контура регулирования частоты вращения паровой теплофикационной турбины семейства Т-100-130 для электрогидравлических систем регулирования рекомендует оптимальные параметры этих систем, но не дает рекомендаций, каким образом в условиях эксплуатации можно их обеспечить, особенно в тех случаях, когда объект управления со временем меняет свои первоначальные динамические характеристики;

3. При аварийном сбросе нагрузки теплофикационной турбины с отключением генератора от сети при работе турбины в режимах со сбросом части пара в конденсатор проточная часть турбины в определенный промежуток времени, обусловленного инерционностью запорной и регулирующей арматуры, оказывается под давлением пара в конденсаторе, величина которого в условиях прекращения подачи пара может уменьшаться в силу малой инерционности конденсатора. Автором же без соответствующего обоснования при уточнении модели парообразования принято допущение о постоянстве давления в конденсаторе, что может привести к определенной погрешности расчетов.

4. Вызывает сомнение принятое в расчетах начальной мощности вскипающего пара значение относительного КПД проточной части паровой турбины (0,85);

5. При обосновании необходимости уточнения расчётных формул для анализа процессов вскипания конденсата регенеративных и сетевых подогревателей при сбросе нагрузки паровой турбины автор не приводит анализа вероятности возникновения такой ситуации с одновременным отказом обратных клапанов на линиях отборов пара.

6. В работе отсутствует оценка технико-экономической эффективности внедрения разработок автора.

Указанные замечания не снижают качества и научной ценности диссертационной работы, она посвящена актуальной проблеме, имеющей большое народно-хозяйственное значение.

Основное содержание диссертационной работы изложено в 42-х публикациях, из них 21 относятся к изданиям, рекомендуемым ВАК для опубликования результатов при защите докторских диссертаций. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Заключение

Диссертационная работа в целом представляет собой законченное научное исследование, полученные в ней результаты и рекомендации представляют научную и практическую ценность. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а диссертант Новоселов Владимир Борисович заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки.

Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления тепловыми процессами» Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»

 Аракелян Эдик Койрунович

29.10.2014г.

Адрес: П11250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.14

тел./факс (8495) 362-70-29, тел. +7916 686 5739

E-mail: ArakelianEK@mpei.ru

ВОДЯКСЬ
УДОСТОВЕРЕНИЕ
НАЧАЛЬНИК УК



 Е.О. Баранов

29.10.2014г.