ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ВСЕРОССИЙСКИЙ ДВАЖДЫ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ"
(ОАО "ВТИ")

СЕРТИФИКАТ СТАНДАРТ ISO 9001:2008 РЕГ. № 31100003QM08
ИНН 7725054856, КПП 772501001, ОГРН 1027700158485

Российская Федерация, 115280,
г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14
Телефон: (495) 234-76-17; 234-76-30
Факс: (495) 234-74-27; 679-59-24
E-mail: vti@vti.ru, http://www.vti.ru

№07 -79

«»_____2014 г.

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора,
научный руководитель, д.т.н.
_____ А.Г. Тумановский
«_____» _____ 2014 г
мп

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу «Разработка методов исследования и совершенствования электрогидравлической системы регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их элементов» Новосёлова Владимира Борисовича, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.12 «Турбомашины и комбинированные турбоустановки»

Актуальность. Система регулирования и защиты паровой турбины – не только один из основных элементов, обеспечивающих надежную и качественную работу непосредственно паровой турбины, но связующее звено, определяющее устойчивую и эффективную работу, с одной стороны, энергоблока (технологической связки «котел – турбина»), с другой, - энергосистемы. Поэтому, безусловно, ужесточение энергосистемных требований к точности поддержания частоты вращения и мощности паровых турбин, необходимость обеспечения надежной работы турбин в режимах противоаварийной автоматики и появление новых технических и программных средств автоматического управления требуют не только усовершенствования систем регулирования и защиты паровых турбин, но и разработку методов их исследования. Эта задача особенно актуальна для теплофикационных турбин, для которых она существенно усложняется необходимостью поддержания нагрузки теплофикационных и производственных отборов.

В связи с этим, представленная диссертационная работа «Разработка методов исследования и совершенствования электрогидравлической системы регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их элементов» Новосёлова В.Б., посвященная созданию полноценной полнофункциональной серийной российской системы регулирования паровой турбины, в том числе с теплофикационными и производственными отборами, удовлетворяющей как энергосистемным требованиям, так и требованиям к надежности и экономичности работы турбины, является очень актуальной и востребованной.

Краткий анализ содержания диссертации

Работа состоит из введения, девяти основных глав и заключения. Объем работы составляет 417 страниц, включает в себя 156 рисунков и 16 таблиц. Список литературы содержит 311 наименований.

В первой главе представлен обзор существующих подходов к построению систем регулирования и защит паровых теплофикационных турбин, описаны основные характеристики систем регулирования турбин с точки зрения управления. Особое внимание уделено анализу работ, посвященных основным элементам систем регулирования: регулятору скорости и системе защиты. Отмечено, что вопросы создания надежных и эффективных систем регулирования и защит, отвечающих современным требованиям, для теплофикационных паровых турбин практически не рассмотрены в технической литературе. Например, отсутствуют полноценные исследования современных электрогидравлических систем регулирования частоты с точки зрения устойчивости и их особенностей для построения защит. С учетом этого в диссертационной работе сформулирована цель, поставлены основные задачи и определены направления работы.

Во второй главе приведены результаты исследования контура регулирования частоты электрогидравлической системы регулирования паровой турбины. Для этого созданы математические модели типовых теплофикационных турбин, предложен и обоснован метод использования обобщенной методической модели контура регулирования частоты с использованием в качестве базовой характеристики постоянной времени сервомотора регулирующих клапанов.

Впервые выполнен анализ и сравнение гидравлических и электрогидравлических систем регулирования с точки зрения устойчивости и разработана методика для определения оптимальных характеристик электрогидравлических систем регулирования, включая рекомендации по применению закона регулирования (ПИ, ПД и др.).

В третьей главе приведены результаты исследований систем защит, построенных на базе электрогидравлической системы регулирования, с точки зрения их конструктивных особенностей и оптимального числа элементов, выполненные впервые.

В работе предложен методический подход к определению многоканальной структуры защит с целью минимизации используемых элементов и, таким образом, повышения надежности защиты. С его использованием, автором предложена и исследована беззолотниковая многоканальная структура защиты паровой турбины, использующая структурную схему «(n-1) из n».

В четвертой главе представлены результаты исследования влияния объемов среды в подогревателях паровой турбины на изменение частоты вращения при сбросах нагрузки. Разработана методика анализа объема «вскипающего» пара и, как следствие, возможного отклонения частоты вращения ротора турбины. С использованием этой методики выполнено

исследование защиты турбины от обратного потока пара. Кроме того, в диссертации автором получены зависимости, описывающие закон изменения расхода «вскипающего» пара, и формулы для определения работы «вскипающего» пара.

Пятая глава посвящена исследованию приводов поворотных регулирующих диафрагм теплофикационных паровых турбин. В диссертационной работе предложена концепция построения и методика определения параметров нелинейного привода поворотных диафрагм, получены зависимости для определения конфигураций поворотной диафрагмы.

Разработана математическая модель нелинейного привода поворотной регулирующей диафрагмы, выполнено её исследование. Предложены коэффициент, характеризующий соотношение поворотной регулирующей диафрагмы и проточной части турбины, и методика, позволяющая определять наиболее эффективную характеристику сервомотора поворотной регулирующей диафрагмы в зависимости от режима работы турбины.

Шестая глава включает в себя результаты разработки методики исследования и результаты исследования схемы привода датчика положения сервомотора с использованием электрического энкодера. Разработана математическая модель рычажного привода датчика положения сервомотора и найдена оптимальная конфигурация рычажного привода, обеспечивающая компактность датчика и линейность передачи.

В седьмой и восьмой главах приведены результаты внедрения предложенных Новосёловым В.Б. новых технических решений и апробации полученных научных результатов.

В заключении сформулированы основные результаты работы, приведены выводы.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается использованием апробированных методов теории управления и математического моделирования и подтверждается многочисленными результатами промышленного внедрения с дальнейшей длительной эксплуатацией систем регулирования и защиты паровых турбин, построенных с использованием научных методических положений и новых технических решений, предложенных Новосёловым В.Б. в диссертации.

Научная новизна работы

1. Выполнен анализ электрогидравлических систем регулирования с точки зрения устойчивости и разработана методика для определения оптимальных характеристик электрогидравлических систем регулирования.
2. Впервые выполнены исследования систем защит, реализованных на базе электрогидравлической системы, с точки зрения их конструктивных особенностей и оптимального числа элементов.

3. Проведены исследования влияния объемов среды в подогревателях паровой турбины на изменение частоты вращения при сбросах нагрузки. Разработана методика анализа объема «вскипающего» пара и, как следствие, возможного отклонения частоты вращения ротора турбины.
4. Разработаны математические модели:
   - теплофикационных турбин с использования обобщенной методической модели контура регулирования частоты с использованием в качестве базовой характеристики постоянной времени сервомотора регулирующих клапанов;
   - нелинейного привода поворотной регулирующей диафрагмы;
   - рычажного привода датчика положения сервомотора.

Практическая ценность и значимость результатов работы

1. Даны рекомендации по использованию закона регулирования частоты вращения в зависимости от постоянной времени ротора турбины, определяемой мощностью и параметрами пара турбины.
2. Выполнено обоснование оптимальных характеристик электрогидравлических систем регулирования, которые могут быть использованы в качестве нормативных.
3. В работе предложен подход к определению многоканальной структуры защит с целью минимизации используемых элементов и повышения надежности защиты. Предложена и исследована беззолотниковая многоканальная структура защиты паровой турбины, использующая структурную схему «(n-1) из n».
4. Предложены решения по организации защиты паровой теплофикационной турбины от обратного потока из подогревателей пара при сбросах нагрузки.
5. Предложена концепция построения и методика определения параметров нелинейного привода поворотных диафрагм. Получены зависимости для определения конфигураций поворотной диафрагмы.
6. Предложен коэффициент, характеризующий соотношение поворотной регулирующей диафрагмы и проточной части турбины, на которой она установлена, предложена методика, позволяющая определять наиболее эффективную характеристику сервомотора поворотной регулирующей диафрагмы в зависимости от режима работы турбины.
7. Найдена оптимальная конфигурация рычажного привода, обеспечивающая компактность датчика и линейность передачи.
8. Основные результаты работы (методики построения и определения параметров контура регулирования частоты, многоканальные беззолотниковые защиты и др.) используются в технических решения и проектах ЗАО «Уральский турбинный

завод» и ОАО «Уралэнергоремонт» и внедрены в современных электрогидравлических системах регулирования и защиты теплофикационных паровых турбин, эксплуатируемых на многих электростанциях.

9. Основные разработки диссертации используются в учебном процессе ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» при чтении спецкурсов студентам и специалистам – энергетикам при повышении квалификации.

Замечания по диссертационной работе

1. Во второй главе приведены исследования контура регулирования частоты электрогидравлической системы регулирования паровой турбины, при этом подробно рассмотрены П, ПИ, ПД –законы регулирования. Отсутствуют пояснения, почему в диссертации не рассматривался наиболее распространенный из типовых законов регулирования ПИД – регулятор.
2. В диссертационной работе отсутствует оценка влияния рассмотренных усовершенствований системы регулирования и защиты на турбину или энергоблок в целом, например, на конструктивные решения непосредственно диафрагмы, на качество поддержания давления пара перед турбиной и т.д.

В то же время, отмеченные замечания не уменьшают научные и практические достоинства и значимость диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа «Разработка методов исследования и совершенствования электрогидравлической системы регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их элементов» Новосёлова Владимира Борисовича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему на достаточно высоком научно-техническом уровне.

Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в 17 публикациях в научно-технических журналах, входящих в перечень ВАК, двух монографиях и 12 авторских свидетельствах и патентах.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Содержание диссертации подтверждает её соответствие паспорту специальности 05.04.12 «Турбомашины и комбинированные турбоустановки» как по части формулы специальности, так и по критериям «Область исследования»:

- п.1 Разработка научных основ изучения физико-химических, гидрогазодинамических, тепло- и массообменных процессов, общих свойств и принципов функционирования отдельных узлов и механизмов, а также основного и вспомогательного оборудования турбомашин и комбинированных турбоустановок;

- п.5 Разработка систем автоматического регулирования, управления, защиты турбомашин и комбинированных турбоустановок.

Диссертационная работа «Разработка методов исследования и совершенствования электрогидравлической системы регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их элементов» Новосёлова В.Б. отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертационным работам в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г № 842, а её автор Новосёлов Владимир Борисович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.12 «Турбомашины и комбинированные турбоустановки».

Диссертационная работа и отзыв на нее обсуждались на расширенном совместном научно-техническом совете Отделения турбинных установок и Лаборатории автоматизации тепломеханического оборудования ТЭС ОАО «ВТИ» 15 октября 2014 года (Протокол № 5).

Кандидат технических наук,
Заведующий отделением
турбинных установок ОАО «ВТИ»

Гуторов Владислав Фролович

Кандидат технических наук,
Заведующая лабораторией
автоматизации тепломеханического
оборудования ТЭС ОАО «ВТИ»

Зорченко Наталья Викторовна

эл. почта: vti@vti.ru, ods@vti.ru
тел.: (495) 234-76-17, (495) 675-37-45;
т.ф. (495) 675-40-83
115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д.14, ОАО «ВТИ»
тел.: (495) 234-76-17, (495) 675-37-45;
сайт: http://www.vti.ru