

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора технических наук
Суслова Константина Витальевича на диссертационную работу
Киевца Антона Владимировича на тему «**Разработка методики выбора оптимальных значений параметров управляющего воздействия кратковременной разгрузки турбогенератора и средств ее реализации**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3 – Электроэнергетика

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

В настоящее время при осуществлении выбора управляющего воздействия (УВ) кратковременной разгрузки турбин энергоблока (КРТ) используется ограниченное количество импульсных характеристик, предоставленных владельцами оборудования, разгружаемых агрегатов. Подобная грубая настройка УВ КРТ может привести к переходному процессу со значительным перерегулированием или потерей динамической устойчивости. Выбранное направление диссертационной работы, подразумевает получение импульсных характеристик путем моделирования каждого аварийного процесса с целью определить конкретные значения параметров УВ КРТ для конкретной аварийной ситуации. Полученные значения позволяют произвести оптимальную настройку параметров (УВ) (КРТ), используя в качестве инструмента моделирования модернизированный всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем (ВМК РВ ЭЭС), позволяющий учесть весь непрерывный спектр процессов, происходящих не только в оборудовании, задействованном в КРТ, но и в ЭЭС в целом. Проблема, решаемая в диссертационной работе, является актуальной и значимой, поскольку корректная настройка, а, следовательно, и работа противоаварийной автоматики повышает надежность эксплуатации и снижает риск возникновения тяжелых системных аварий в ЭЭС.

2. АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 108 наименований. Работа представлена на 105 страницах машинописного текста, содержит 36 рисунков и 2 приложения. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.4.3 – Электроэнергетика. Содержание автореферата полностью соответствует диссертационной работе.

Во введении обозначены проблема, ее актуальность и направление решения проблемы, сформулированы цели, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационной работы, приведены выносимые на защиту положения, а также необходимые сведения о методах и способах решения проблемы, достоверности результатов исследований, апробации и публикации материалов диссертации, ее структуре и объеме.

В первой главе описан принцип функционирования УВ КРТ. Достаточно подробно описан каждый параметр УВ КРТ, оценено влияние всех параметров на переходный процесс при функционировании УВ КРТ. Также выявлены и обоснованы причины существования проблемы определения оптимальных значений параметров настройки УВ КРТ, главным образом определяемые отсутствием необходимой информации о процессах, происходящих в турбогенераторе при разгрузке. Рассмотрены возможности современных программно-вычислительных и программно-аппаратных комплексов расчетов режимов и процессов, описаны сложности их применения для определения значений параметров УВ КРТ и предложен альтернативный инструмент моделирования, основанный на гибридном подходе, – ВМК РВ ЭЭС.

Во второй главе представлена синтезированная математическая модель первичного двигателя, состоящего из паровой турбины и системы регулирования, позволяющая воспроизводить спектр режимов и процессов присущих используемым в ЭЭС видам турбин с учетом их систем регулирования. Описано каждое звено функциональной схемы универсальной всережимной математической модели первичного двигателя и проведена проверка корректности работы каждого отдельного звена синтезированной математической модели. Продемонстрирована печатная плата, на базе которой реализована синтезированная автором математическая модель.

В третьей главе представлена разработанная методика определения оптимальных значений параметров УВ КРТ, которая совместно с длительной разгрузкой турбоагрегата обеспечивает сохранение динамической и статической устойчивости с минимальным уровнем перерегулирования и длительностью синхронных качаний. Описана математическая модель ЭЭС на базе которой, были проведены исследования разработанных средств и методики. Определены исходные схемно-режимные состояния используемой в ВМК РВ ЭЭС тестовой энергосистемы.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям разработанных средств и методики адекватной реальным условиям настройки УВ КРТ, а также анализу полученных результатов. В результате чего удалось определить значения настроечных параметров УВ КРТ для двух аварийных возмущений: отключение сетевого элемента основной защитой при однофазном коротком замыкании на линии с отказом одного выключателя; отключение сетевого элемента основной защитой при однофазном коротком замыкании с последующим неуспешном АПВ на линии.

В **заключении** сформулированы главные результаты диссертационной работы, подтверждающие успешное решение всех поставленных задач и достижения цели работы.

3. СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Материалы диссертации достаточно полно отражены в 12 публикациях, включающих статью в издании, рекомендованном ВАК РФ, одном свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также проведена их апробация на 6 международных и всероссийских научно-технических конференциях и конкурсах.

4. НАУЧНАЯ НОВИЗНА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Научная новизна диссертации заключается в формировании методики выбора оптимальных значений настроечных параметров УВ КРТ, используя результаты математического моделирования аварийного процесса с учетом взаимовлияния турбины и ее системы регулирования на аварийное возмущение в энергосистеме.

Синтезирована математическая модель турбины и ее системы регулирования, способная воспроизводить процессы, протекающие при функционировании УВ КРТ.

5. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Разработана методика определения оптимальных значений параметров УВ КРТ, а также, средства ее реализации, основанные на использовании синтезированной математической модели турбины и ее системы

регулирования. Применение для настройки УВ КРТ разработанных моделей обеспечивает функционирование КРТ с минимальным уровнем перерегулирования и длительности синхронных качаний.

Результаты, полученные автором в ходе написания диссертационной работы, использовались при выполнении гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 19-38-90147.

6. ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИИ И АВТОРЕФЕРАТУ

1. В тексте диссертационной работы упоминается об экономической и технологической эффективности применения УВ КРТ по сравнению с другими управляющими воздействиями противоаварийной автоматики, однако в чем заключается именно экономическая эффективность не описывается в работе.

2. Не описаны причины выбора в качестве языка программирования Assembler.

3. В главе 1 диссертационной работы вы несколько раз упоминаете о проблеме жесткости дифференциальных уравнений, однако далее по тексту не упоминаете, как используемый в ВМК РВ ЭЭС гибридный подход уменьшает эту самую жесткость.

4. Во второй главе продемонстрирована математическая модель турбины и ее системы регулирования, представленная в виде элементарных блоков с передаточными функциями, зачем использовать такое большое количество блоков если можно произвести их эквивалентирование?

5. В пункте 5 б предложенной вами методики выбора оптимальных значений параметров УВ КРТ при выборе параметра $T_{крт}$ необходимо выбрать то значение, при котором сохраняется динамическая устойчивость, однако на рисунках 4.6 – 4.8 нарушение устойчивости не наблюдается и несмотря на это вы делаете вывод, что одно из значений является оптимальнее остальных?

Указанные замечания носят уточняющий характер и не снижают ценности работы, выполненной диссертантом.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Киевца Антона Владимировича «Разработка методики выбора оптимальных значений параметров управляющего воздействия кратковременной разгрузки турбогенератора и средств ее реализации» представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, выполненное на современном научном уровне, в котором

поставлена и решена важная задача обеспечения эффективности функционирования УВ КРТ.

По актуальности, научной новизне, практической значимости, объему и уровню выполненных исследований, публикации результатов в научной печати диссертация Киевца А.В. «Разработка методики выбора оптимальных значений параметров управляющего воздействия кратковременной разгрузки турбогенератора и средств ее реализации» соответствует требованиям п. 2.1 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Киевец Антон Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3 – Электроэнергетика.

Я, Суслов Константин Витальевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»,



Константин Витальевич Суслов
«22» января 2024 г.

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ». Адрес: 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14. Тел: (495) 362-72-51. E-mail: dr.souslov@yandex.ru

Подпись Сусллова К.В. заверяю:



ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
ОБЛАСТИ РАБОТЫ С ПЕРЕНАЛОМ
Л.И. ПОЛЕВАЯ