

«УТВЕРЖДАЮ»

директор по научной работе
и сотрудничеству КузГТУ

С.Г. Костюк

05» 03 2020 г.

ОТЗЫВ

ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» на диссертационную работу Гуламова Шухрата Рахматуллоевича на тему: «Исследование аварийных режимов и разработка систем защиты гидроагрегатов малых ГЭС от механических поломок», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности: 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность диссертационного исследования

В настоящее время расширяется использование одиночных установок для преобразования гидравлической энергии в электрическую энергию. Основными причинами использования таких агрегатов являются: отсутствие традиционных электрических сетей в удаленных и труднодоступных районах местности, низкая надежность электроснабжения в случаях протяженных сетей малой мощности, рост тарифов на электроэнергию, а также дефицит электроэнергии, вынуждающих использовать альтернативные источники электроэнергии.

Электротехнический комплекс, включающий в себя электрический генератор и приводной двигатель, подвергается воздействию большого количества разного рода механических и электрических нагрузок. К электрическим нагрузкам относят действующие значения тока статора,

вызывающего нагрев его обмоток, нагрузки в роторной цепи, коммутационное и иные перенапряжения в цепях статора и ротора.

К механическим нагрузкам относятся передаваемый рабочий момент с вала двигателя на ротор генератора, усилия от веса вращающихся частей, воспринимаемые опорными подшипниками агрегата, возможные осевые усилия, возникающие при использовании в качестве двигателя разного рода турбин, в том числе водяных, дополнительные усилия, вызванные вибрационными и иными явлениями (кавитация).

Указанные воздействия приводят, как к постепенному износу отдельных узлов и деталей, а в дальнейшем к выходу из строя самого агрегата, так и нарушению электроснабжения потребителей.

Оценивая существующие способы защиты гидроагрегатов, можно отметить, что контроль состояния электрической части синхронного генератора осуществляется достаточно полно, с замером всех необходимых параметров и мониторингом большинства возможных аварийных ситуаций.

В тоже время защита механической части гидроагрегата обычно ограничивается набором технологических защит, контролирующих параметры систем смазки и охлаждения (давление и температура масла и прочие). В сравнении с возможным набором причин, приводящих к авариям механической части, защиту её стандартными методами следует признать недостаточной.

В этой связи, учитывая тяжесть возможных последствий аварий, разработка дополнительных средств защиты гидроагрегатов от аварийных режимов является актуальной задачей.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений и списка литературы, включающего в себя 108 библиографических ссылок. Общий объем работы составляет 133 страницы, включая рисунки и таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, определены научная новизна и научные положения, теоретическая и практическая значимость результатов исследований.

В первой главе диссертационной работы произведен анализ современного состояния и направлений развития малой гидроэнергетики в мире, в том числе – в республике Таджикистан, рассмотрены перспективные малые гидроэлектростанции в республике Таджикистан.

Также рассмотрены основные причины и наиболее часто встречающиеся повреждения и неисправности в механической части гидроагрегатов малых гидроэлектростанций. Проведен анализ распределения аварийных ситуаций гидроагрегатов малых гидроэлектростанций по видам поломок в республике Таджикистан.

Во второй главе описаны натурные исследования реального объекта в нормальных и аварийных режимах работы, связанных с механическими поломками гидроагрегата малой гидроэлектростанции. Эксперимент проводился при работе гидроагрегата параллельно с сетью и на автономную нагрузку, при включении и отключении нагрузки. Также имитировались поломки механической части гидроагрегата.

В ходе натурных экспериментов для режимов работы синхронного генератора параллельно с сетью и на автономную нагрузку были получены диапазоны отклонений электрических, гидравлических и механических величин, в том числе и в аварийных режимах, связанных с механическими поломками или попаданием инородного тела в гидротурбину.

В третьей главе составлено математическое описание гидроагрегата малой гидроэлектростанции, работающего параллельно с сетью и на автономную нагрузку.

Составлено математическое описание гидротурбины с напорным трубопроводом, сопряженной с синхронным генератором, работающим параллельно с сетью и на автономную нагрузку. В математическом описании

учтён момент статического сопротивления, создаваемый механическими поломками или попаданием инородного тела в рабочий орган гидротурбины. Математическое описание синхронного генератора, работающего параллельно с сетью и на автономную нагрузку с учетом момента сопротивления, связанного с механической поломкой, составлено на основании известных уравнений в среде MATLAB/Simulink.

Полученные в ходе моделирования значения величин синхронного генератора, работающего параллельно с сетью и на автономную нагрузку, сопряженного с гидравлической турбиной, позволяют установить наличие устойчивой связи между происходящими аварийными событиями в механической части и электрическими параметрами агрегата.

Для расширения диапазона исследуемых режимов и получения мгновенных значений исследуемых величин в среде MATLAB составлены имитационные модели гидроагрегата, работающего параллельно с сетью и на автономную нагрузку. Модель синхронного генератора в переходных режимах реализована в стандартном блоке из библиотеки программной среды.

Произведено сравнение результатов натуральных экспериментов с результатами компьютерного моделирования.

В четвертой главе разработаны алгоритмы выработки аварийного сигнала для гидроагрегата, работающего параллельно с сетью и на автономную нагрузку.

Предложенные алгоритмы позволяют получать аварийный сигнал в момент возникновения механической поломки или попадания инородного тела в рабочий орган гидротурбины с учетом предварительной оценки всех параметров гидроагрегата, работающего параллельно с сетью и на автономную нагрузку.

На основании алгоритмов составлены функциональные схемы систем защиты гидроагрегатов малых гидроэлектростанции работающих параллельно с сетью и на автономную нагрузку. Разработаны принципиальные электрические схемы систем защиты гидроагрегатов малых гидроэлектростанции.

Проведены экспериментальные исследования разработанных систем защит гидроагрегатов малых гидроэлектростанции от механических поломок и попадания инородного тела в гидротурбину.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные при решении поставленных задач и обеспечившие достижение цели диссертационной работы.

Научная новизна и значимость результатов диссертационной работы

Научная новизна основных положений и результатов работы заключается в следующем:

1. Разработана модель гидротурбины и сопряженного с ней синхронного генератора, предназначенная для исследования работы гидроагрегата в аварийных режимах работы, отличающаяся совместным моделированием процессов в механической и электрической части электромеханического комплекса.

2. Впервые получены зависимости относительного изменения значений электрических величин сопряженного с гидротурбиной синхронного генератора в аварийных режимах.

3. Разработан алгоритм выработки аварийного сигнала систем защиты от механических поломок и попадания инородного тела в гидротурбину, отличающийся тем, что для формирования аварийного сигнала используется факт возникновения комбинации изменений электрических, механических и гидравлических параметров гидроагрегата.

4. Создана модифицированная система защиты гидроагрегата от дефектов и аварийных режимов механической части, отличающаяся тем, что диагностируется факт возникновения аварийной ситуации на основании анализа отклонения электрических, механических и гидравлических параметров гидроагрегата.

Практическая значимость и реализация результатов работы

Практическая значимость результатов работы состоит в следующем:

1. Практическая значимость заключается в применении полученных результатов исследования для разработки систем защиты гидроагрегатов от механических поломок или попадания инородного тела в гидротурбину с повышенными чувствительностью и быстродействием, что в свою очередь позволяет распознавать механические поломки и попадание инородного тела в гидротурбину на ранних стадиях и минимизировать последствия таких событий.

2. Проведено исследование влияния аварийных событий в механической части гидроагрегатов на величины электрических параметров электромашины в составе электромеханического комплекса, определён набор диагностических признаков и характер их изменений при возникновении механических поломок.

3. Результаты, полученные в работе, внедрены в опытно-конструкторские разработки службы релейной защиты и автоматики «Байпазинской ГЭС» предприятия Открытой Акционерной Холдинговой Компании «Барки Точик» республики Таджикистан при проектировании систем защит и автоматики. Выполненные в диссертационной работе исследования нашли отражение в учебном процессе кафедры «Электротехники, электропривода и промышленной электроники» Сибирского государственного индустриального университета, что подтверждено соответствующими документами.

Апробация и публикация результатов диссертационной работы

Основные материалы и результаты исследовательской работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях. По результатам исследований опубликовано 16 печатных работ, в том числе 4 работы в рецензируемых изданиях из перечня, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 1 работа в издании, индексируемом в наукометрической базе SCOPUS, 11 работ в прочих изданиях. Получены 2 патента на изобретения.

Автореферат диссертации и публикации полностью отражают содержание и научные результаты, полученные автором в работе.

Замечания по диссертации

1. В тексте диссертации очень много орфографических и пунктуационных ошибок, много несогласованных предложений.

2. В первой главе приведены сведения об общей мощности малых ГЭС стран, в которых развивается малая гидроэнергетика двенадцатилетней давности.

3. Устройство защиты реализовано на аналоговой элементной базе, без рассмотрения возможности использования для этих целей цифровых устройств.

Общее заключение

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, которая представляет собой законченную научно-квалификационную работу. По своей актуальности, содержанию, обоснованности выводов и результатов диссертационная работа Гуламова Шухрата Рахматуллоевича «Исследование аварийных режимов и разработка систем защиты гидроагрегатов малых ГЭС от механических поломок» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а именно п.п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (ред. от 01.10.2018), а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Отзыв заслушан и обсужден на расширенном заседании кафедры общей электротехники КузГТУ, протокол №7 от 27.02.2020

Отзыв подготовили:

Профессор кафедры электроснабжения горных и
промышленных предприятий КузГТУ,
доктор технических наук, доцент
(lgm.egpp@kuzstu.ru)

Г.М. Лебедев

Доцент кафедры общей электротехники,
кандидат технических наук (maslovip@kuzstu.ru)

И.П. Маслов

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-
ние высшего образования «Кузбасский государственный технический уни-
верситет имени Т.Ф.Горбачева» (КузГТУ)

650000, Кемеровская обл, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Тел.: +7(3842) 39-69-09; +7 (3842) 68-23-63;

E-mail: rector@kuzstu.ru

Сайт: www.kuzstu.ru

Отзыв получен 23.03.2020 / Дыбко М.А.

С отзывом ознакомлен 23.03.2020 / Маслов И.П.