

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
международному сотрудничеству

ФГБОУ ВО «Кузбасский

государственный технический

университет имени Т.Ф. Горбачева»

Костиков Кирилл Сергеевич



« 25 » января 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

на диссертационную работу Пичуева Александра Вадимовича «Обоснование методов и средств защитного отключения в подземных электрических сетях горных предприятий», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

1. Актуальность темы диссертации

Диссертация Пичуева А. В. посвящена решению важной и актуальной научно-технической проблемы обоснования методов и средств защитного отключения в подземных электрических сетях горных предприятий, которая обусловлена интенсивным развитием и применением современных систем частотно-регулируемого электропривода забойных машин при добыче угля высокопроизводительными очистными механизированными комплексами.

Необходимость обеспечения безопасных условий труда, снижения вероятности возникновения и развития аварийных ситуаций, обеспечения электробезопасности при эксплуатации горно-шахтного оборудования требует разработки и внедрения новых эффективных средств контроля изоляции и защитного отключения, компенсации емкостного тока и ограничения режима генерирования обратной ЭДС в подземных комбинированных электрических сетях горных предприятий.

Общее направление развития и совершенствования защиты от токов утечки в основном ориентировано на применение микропроцессорных устройств в электронных блоках, повышение эффективности контроля изоляции, автоматической компенсации емкостного тока утечки и работоспособности системы защитного отключения, на обеспечение самоконтроля, диагностики неисправности и телеметрии данных о состоянии защитных комплексов. Проблема повышения эффективности работы устройств защитного отключения обусловлена специфическими условиями эксплуатации применяемого электрооборудования с частотно-регулируемым электроприводом горных машин, динамическим изменением параметров изоляции участковой кабельной сети, изменением гармонического состава фазных напряжений и токов в силовой цепи и цепях утечки, переходными процессами в электрической сети с генерацией обратных ЭДС отключаемыми электродвигателями, возможностью возникновения травмоопасных для человека ситуаций.

В диссертационной работе данная проблема решается за счет разработки и исследования новых методов и средств защитного отключения подземных электрических сетей путем реализации способов и средств пофазного контроля сопротивления изоляции и компенсации емкостного тока утечки, средств опережающего контроля и комбинированных устройств динамического торможения на основе дальнейшего развития теории электротехнических комплексов, систем и их компонентов, применении законов теоретической электротехники, электромеханики, физики диэлектриков, математического анализа и компьютерного моделирования.

Таким образом, диссертационная работа Пичуева Александра Вадимовича «Обоснование методов и средств защитного отключения в подземных электрических сетях горных предприятий» направлена на решение актуальной научной проблемы, решение которой позволяет выйти на более высокий перспективный уровень развития теории и практики создания новых средств обеспечения безопасной эксплуатации горно-шахтного оборудования в соответствии с Приоритетным направлением развития науки, технологий и техники Российской Федерации № 8 «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» и п. 26 «Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии» Перечня критических технологий Российской Федерации, утвержденных Указом Президента РФ № 899 от 7 июля 2011 г.

2. Научная новизна и достоверность основных выводов и результатов диссертации

Новизна диссертационной работы заключается в решении актуальной научной проблемы обоснования методов и средств защитного отключения в подземных электрических сетях горных предприятий, обеспечивающих повышение безопасности эксплуатации электротехнических комплексов и систем современного технического уровня, и получении значимых основных научных результатов.

1. Разработана математическая модель для анализа переходных процессов при несимметричных режимах утечки тока в подземной электрической сети, отличающаяся тем, что учитывает параметры фазной изоляции, асинхронных электродвигателей и устройств защитного отключения.

2. Разработаны имитационные модели для исследования гармонического состава напряжения и токов утечки, отличающиеся тем, что учитывают параметры средств обеспечения качества электроэнергии, устройств защитного отключения, изоляции электрической сети, а также параметры преобразователей частоты с автономным инвертором напряжения и взрывозащищенных асинхронных электродвигателей.

3. Обоснован метод исследования электромагнитных переходных процессов в подземной электрической сети при несимметричных режимах утечки через изоляцию с оценкой их влияния на работоспособность средств защитного отключения.

4. Установлены закономерности, отражающие характер изменения фазных напряжений и токов утечки в зависимости от параметров сопротивления изоляции с учетом электромагнитных переходных процессов при срабатывании устройств защитного отключения, генерировании обратной ЭДС отключаемыми электродвигателями, низкочастотной поляризации и резонанса тока в колебательных контурах фазной изоляции.

5. Обоснован метод пофазного контроля сопротивления изоляции с компенсацией емкостного тока, отличающийся тем, что учитывает зависимости изменения фазных напряжений и токов утечки от параметров изоляции подземной электрической сети в несимметричных режимах.

6. Обоснован метод оценки состояния безопасности в подземных электрических сетях горных предприятий на основе совокупности зависимостей уровня и длительности

воздействия тока на человека от параметров фазной изоляции в несимметричных режимах утечки.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов рекомендаций подтверждается использованием теории электротехники при анализе режимов утечки тока в подземных электрических сетях горных предприятий; удовлетворительной сходимостью (расхождение не превышает 10%), верификацией результатов аналитических и экспериментальных исследований, корректным использованием обоснованных моделей элементов системы электроснабжения шахтных подземных электрических сетей и асинхронного частотно-регулируемого электропривода забойных машин.

3. Научная и практическая ценность результатов диссертационного исследования

Научная ценность работы заключается в разработке математической модели для анализа переходных процессов при несимметричных режимах утечки тока в подземной электрической сети промышленной частоты, учитывающей параметры фазной изоляции, асинхронных электродвигателей и устройств защитного отключения; разработке имитационных моделей подземной комбинированной электрической сети для исследования гармонического состава напряжения и токов утечки, учитывающих параметры средств обеспечения качества электроэнергии, устройств защитного отключения, изоляции электрической сети, параметров преобразователей частоты с автономным инвертором напряжения и взрывозащищенных асинхронных электродвигателей; обосновании метода исследования электромагнитных переходных процессов в подземной электрической сети при несимметричных режимах утечки через изоляцию с оценкой их влияния на работоспособность средств защитного отключения; установлении закономерностей, отражающих характер изменения фазных напряжений и токов утечки в зависимости от параметров сопротивления изоляции с учетом электромагнитных переходных процессов при срабатывании устройств защитного отключения, генерировании обратной ЭДС отключаемыми электродвигателями, низкочастотной поляризации и резонанса тока в колебательных контурах фазной изоляции; обосновании метода пофазного контроля сопротивления изоляции с компенсацией емкостного тока, в котором учитываются зависимости изменения фазных напряжений и токов утечки от параметров изоляции подземной электрической сети в несимметричных режимах: обосновании метода оценки состояния безопасности в подземных электрических сетях горных предприятий на основе совокупности зависимостей уровня и длительности воздействия тока на человека от параметров фазной изоляции в несимметричных режимах утечки.

Практическая ценность работы заключается в разработке комплекса алгоритмов и программ на основе методического обеспечения для анализа режимов утечки тока в подземных электрических сетях, учитывающих параметры изоляции, устройств защитного отключения, преобразователей частоты, средств повышения качества электроэнергии и асинхронных электродвигателей; схем замещения подземных комбинированных электрических сетей, позволяющих исследовать гармонический состав напряжения и токов в цепях утечки через изоляцию, в ветвях фильтра присоединения и цепях измерителя устройств защитного отключения; алгоритмов расчета электромагнитных переходных процессов в подземных электрических сетях, учитывающих режимы утечки тока, параметры изоляции, устройств защитного отключения и асинхронных электродвигателей; средств пофазного контроля сопротивления изоляции и компенсации емкостного тока утечки в подземных электрических сетях горных предприятий.

4. Апробация работы и публикации

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на Международных, Всесоюзных и Всероссийских научных конференциях и симпозиумах, опубликованы в 49 печатных работах, в числе которых 10 статей в научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 1 статья в изданиях, индексируемых международной базой научного цитирования Scopus, 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, 1 патент на полезную модель, 1 авторское свидетельство на изобретение, 4 монографии, 7 статей в ведущих рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя подтверждается 20 научными публикациями без соавторов, включая 3 лицензионные программы для ЭВМ, в которых отражены все основные научные положения диссертационной работы.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Методы и средства защитного отключения в подземных электрических сетях горных предприятий рекомендуется использовать при разработке новых и модернизации серийных УЗО путем установки фильтра высших гармонических составляющих напряжения и экранирования измерительных трансформаторов, применения новых способов и средств пофазного контроля сопротивления изоляции и компенсации емкостного тока утечки, оборудования преобразователя частоты комбинированным устройством динамического торможения и средствами контроля режима генерирования обратной ЭДС отключаемыми электродвигателями.

Рекомендации по повышению эффективности работы средств защитного отключения в подземных электрических сетях, методика оценки потенциальной опасности проектируемых и реконструируемых подземных электрических сетей, методика испытания и настройки средств контроля и защитного отключения внедрены в ряде компаний: АО «Геоспецстрой»; ООО «Электропром»; ПП «Шахтоуправление «Луганское» «РТК Востокуголь».

Практическим результатом работы, является применение ряда теоретических и методических положений диссертации при подготовке студентов по направлению 21.05.04 «Горное дело» профилю «Электрификация и автоматизация горного производства» и аспирантов по научной специальности «Электротехнические комплексы и системы» НИТУ МИСИС.

6. Соответствие содержания диссертации автореферату

Автореферат полностью отражает материалы, представленные в диссертации, содержит информацию об актуальности, цели и идее работы, научных положениях, научной новизне и практической значимости результатов исследований, основных выводов и рекомендаций, что позволяет сделать заключение о высоком научном уровне рецензируемой работы.

7. Замечания по диссертационной работе

1. В методике исследований (гл. 2) не в полной мере отражен вопрос обоснования эквивалентирования многодвигательных электроприводов забойных машин и оценки влияния на режим генерирования ЭДС группой электродвигателей в зависимости от степени их загрузки.

2. В несимметричных режимах утечки наиболее распространенным явлением является несимметрия активных сопротивлений изоляции фаз сети при симметрии фазной

емкости. Каким образом исследовались емкостные токи утечки?

3. Из материалов диссертации не ясно, каким образом определялся диапазон изменения активного и емкостного сопротивления току абсорбции, как и при каких конкретных условиях эксплуатации необходимо учитывать явление низкочастотной поляризации в изоляции?

4. В работе приведены спектрограммы напряжения и тока в цепях утечки через изоляцию, однако влияние высших гармонических составляющих на опасность поражения человека при прикосновении к токоведущим частям на участках переменного, а также постоянного тока не полностью раскрыто.

5. Реализация фрикционного торможения потребует значительного изменения в конструкции электропривода горных машин, поэтому вопрос целесообразности и эффективности его применения являются дискуссионным.

6. В какой степени предложенные автором новые технические решения могут быть адаптированы при переходе подземных электрических сетей с напряжения 1,2 кВ на 3,3 кВ с учетом изменения режима нейтрали силового трансформатора участковой подстанции?

7. В работе не приведены конкретные критерии, по которым можно количественно судить об уровне эффективности серийных и предлагаемых автором новых устройств защитного отключения.

8. Заключение

Диссертация Пичуева Александра Вадимовича на тему «Обоснование методов и средств защитного отключения в подземных электрических сетях горных предприятий» является актуальной для современной горнодобывающей отрасли промышленности и выполнена на высоком научно-техническом уровне. Полученные автором результаты являются новыми, имеют научную и практическую ценность и значимость. Достоверность подтверждается большим объемом проведенных аналитических и экспериментальных исследований, высокой степенью верификации результатов моделирования, объектами авторского права, практической реализацией разработанных методов и средств защитного отключения на предприятиях горной промышленности.

В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылки на автора и/или источник заимствования.

Диссертация написана четким и понятным языком. Качество оформления соответствует требованиям, предъявляемым к структуре и правилам оформления диссертационных работ в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11–2011.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы».

На основании вышеизложенного считаем, что предоставленная на рецензирование диссертационная работа Пичуева Александра Вадимовича соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

В соответствии с пунктом 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая проблема обоснования методов и средств защитного отключения в подземных электрических сетях горных предприятий, обеспечивающих повышение безопасности эксплуатации электротехнических комплексов и систем современного технического уровня, имеющая важное социальное и экономическое значение.

Автор диссертации Пичуев Александр Вадимович заслуживает присуждения ученой

степени доктора технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв на диссертацию Пичуева Александра Вадимовича «Обоснование методов и средств защитного отключения в подземных электрических сетях горных предприятий» обсужден и утвержден на заседании кафедры Горных машин и комплексов, протокол № 8 от «15» января 2024 года.

Заведующий кафедрой горных машин
и комплексов, кандидат технических
наук, доцент

Ананьев Кирилл Алексеевич
«22» января 2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева». 650000, Россия, Кемеровская область – Кузбасс, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, тел. +7 (3842) 39-69-60 e-mail: kuzstu@kuzstu.ru.

М.П. М.П.

Подпись Ананьева К.А.
ЗАВЕРЯЮ
ученый секретарь совета

« 25 » 01 2024г.