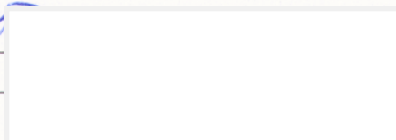


Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«National Research Tomsk Polytechnic University» (TPU)
30, Lenin ave., Tomsk, 634050, Russia
Tel. +7-3822-606333, +7-3822-701779,
Fax +7-3822-606444, e-mail: tpu@tpu.ru, tpu.ru
OKPO (National Classification of Enterprises and Organizations):
02069303,
Company Number: 027000890168,
VAT/KPP (Code of Reason for Registration)
7018007264/701701001, BIC 046902001

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет» (ТПУ)
Ленина, пр., д. 30, г. Томск, 634050, Россия
тел.: +7-3822-606333, +7-3822-701779,
факс +7-3822-606444, e-mail: tpu@tpu.ru, tpu.ru
ОКПО 02069303, ОГРН 1027000890168,
ИНН/КПП 7018007264/701701001, БИК 046902001

05.06.2020 № 14.04/115
на № _____ от _____



Проректор по научной работе и инновациям

УТВЕРЖДАЮ

ВО НИ ТПУ

лейман оглы

июня 2020 г

ОТЗЫВ

Ведущей организации ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
на диссертацию **Финашина Романа Андреевича**
«Исследование и разработка импульсно-резистивного заземления нейтрали и устройства глубокого ограничения перенапряжений для электрических сетей 6-35 кВ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.14.12 - «Техника высоких напряжений»**

1. Актуальность темы диссертации

Электрические сети 6-35 кВ с малыми емкостными токами замыкания на землю, в которых по существующим нормативным требованиям не требуется применение заземления нейтрали через дугогасящие реакторы, довольно широко распространены в системах электроснабжения. Существенное влияние на надёжность таких сетей оказывает режим заземления нейтрали. В настоящее время на основе многочисленных теоретических исследований и опыта эксплуатации сложились вполне определённые решения о режимах заземления нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ с малыми емкостными токами замыкания. Однако это не означает, что должны быть исключены попытки разработки мероприятий для повышения надёжности работы таких сетей, включая и возможное изменение режима заземления нейтрали. Такая попытка сделана в представленной к защите работе, в которой одним из основных является предложение автоматически изменять режим заземления нейтрали в зависимости от вида замыкания: устойчивое или перемежающееся. Это предложение и выполненные сопутствующие

исследования могут представлять определенный интерес в комплексе задач повышения надежности распределительных электрических сетей.

2. Структура и оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, двух приложений и списка литературы, содержащего 102 наименования. Общий объем работы составляет 168 страниц, содержит 99 рисунков и 6 таблиц.

В первой главе рассматриваются свойства электрических сетей 6-35 кВ при различных режимах заземления нейтрали с точки зрения влияния процессов, имеющих место при устойчивых и дуговых перемежающихся замыканиях на элементы сети и надежность электроснабжения потребителей. При этом обращается внимание на такой важный фактор, как влияние режима заземления нейтрали на возможные перенапряжения при перемежающихся замыканиях. По каждому рассмотренному режиму заземления нейтрали приведена оценка автора их достоинств и недостатков. В частности, на основании вывода о имеющихся, по мнению автора, недостатках высокоомного заземления нейтрали поставлена задача о применении и исследовании предложенного в работе способа импульсного резистивного заземления.

Вторая глава посвящена разработке технических средств для реализации импульсно-резистивного заземления нейтрали и способам формирования пусковых сигналов, по факту появления которых подключается заземляющий резистор. Показано, что надежным признаком перемежающегося замыкания является скорость изменения напряжения на нейтрали сети. Этот признак исследован при различной конфигурации электрических сетей и в широком диапазоне их возможных параметров. Этот раздел работы выполнен на высоком уровне и свидетельствует о хорошем владении автором методами анализа электромагнитных переходных процессов в электрических цепях при сложном характере коммутации. В этой главе также рассмотрены варианты выполнения устройства для автоматического подключения заземляющего резистора при перемежающихся замыканиях.

В третьей главе излагаются результаты разработки физической модели электрической сети, которая позволяет воспроизводить процессы при перемежающихся замыканиях в том числе и при импульсном резистивном заземлении нейтрали. Разработка модели выполнена с учетом фундаментальных теоретических основ формирования дуговых перенапряжений. Как можно понять, для выработки требований к элементам физической модели выполнено предварительное компьютерное моделирование. Модель собственно дугового замыкания хорошо отображает

физические процессы при горении перемежающейся дуги. Осциллограммы электрических величин, полученные на модели, практически полностью соответствуют реальным процессам.

Четвёртая глава посвящена вопросам разработки технических средств для реализации импульсного резистивного заземления нейтрали. Выполняется подбор, и лабораторные испытания элементов для выполнения быстродействующего бесконтактного коммутационного устройства. В целом, как следует из материалов этого раздела, создание коммутационного устройства с теми требованиями, которым оно должно удовлетворять, является довольно сложной задачей. Её решение в некотором законченном виде также свидетельствует о том, что автор работы хорошо владеет этой сложной областью техники.

В пятой главе приводятся результаты разработки устройства глубокого ограничения перенапряжений в плоть до значений близких к значениям напряжений при устойчивых замыканиях. Решение этой задачи основано также на применении быстродействующих бесконтактных коммутаторов, которые подключают элементы для ограничения перенапряжений при перемежающихся замыканиях. Не исключено, что такой способ ограничения перенапряжений может применяться в случаях необходимости эксплуатировать электрооборудование, которое заведомо не выдерживает испытательное напряжение в соответствии с нормативными требованиями.

Анализ содержания диссертационной работы Романа Андреевича Финашина показал, что текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора или источник заимствования. Диссертационное исследование не содержит результатов научных работ, выполненных в соавторстве, без ссылок на соавторство. В диссертации полно раскрыты положения, выносимые на защиту. Показано отличие сделанных в работе предложений от имеющихся в других работах.

Структура диссертации обладает внутренним единством, текст написан технически грамотным языком и хорошо оформлен.

Результаты, полученные в ходе работы, полностью соответствуют целям и задачам, сформулированным в постановочной части работы.

3. Научная новизна и значимость результатов диссертационной работы

Основные положения о научной новизне соответствуют фактически полученным результатам исследований и заключаются в следующем:

1. Показано, что в широком диапазоне возможных схем электрических сетей и их параметров производная напряжения нулевой последовательности при перемежающемся замыкании значительно больше этого параметра при устойчивом замыкании.

2. Разработаны комплексные математические модели, включающие в себя модель сети и детальную модель импульсного заземления нейтрали, позволяющие учитывать особенности работы силовых полупроводниковых элементов и обосновать требования к их характеристикам.

3. Разработана структура, и обоснованы требования к элементам устройства глубокого ограничения перенапряжений при перемежающихся замыканиях.

4. Практическая значимость и реализация результатов работы

1. Комплексные математические модели для исследования процессов при перемежающихся замыканиях могут использоваться специалистами организаций, разрабатывающих устройства защиты и автоматики для электрических сетей 6-35 кВ.

2. Физическая модель, выполненная в виде законченного изделия, как лабораторный стенд, может использоваться как универсальное средство при разработке и испытаниях устройств защиты и автоматики, предназначенных для сетей с различными режимами заземления нейтрали.

3. Использование физической модели в учебном процессе и разработанные в связи с этим методические материалы.

5. Методы исследования

Исследования базируются на фундаментальных положениях теории электромагнитных переходных процессов в электрических цепях, методах математического и физического моделирования.

6. Обоснованность и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертационной работы подтверждается корректным использованием математических методов при построении моделей, совпадением результатов математического и физического моделирования. Проверкой выводов и положений на опытных образцах разработанных устройств.

7. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат достаточно точно и полно отражает основное содержание работы.

8. Соответствие содержания паспорту специальности

Объект исследования, методы исследования и конкретная практическая реализация результатов работы соответствуют паспорту научной специальности 05.14.12 - «Техника высоких напряжений»

9. Апробация и публикация результатов диссертационной работы

Результаты работы достаточно полно опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 2 печатные научные статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, одна статья опубликована в журнале, входящем в наукометрическую базу Scopus, имеются один патент на изобретение и один патент на полезную модель.

10. Замечания по диссертационной работе

1. Одним из недостатков высокоомного резистивного заземления нейтрали автор считает, то что может иметь место повышенное разрушение изоляции и проводников в месте устойчивого замыкания. Во-первых, навряд-ли увеличение тока в месте устойчивого замыкания примерно в 1.4 раза может заметно повлиять на развитие повреждения, а во-вторых, более существенное тепловое воздействие тока замыкания можно ожидать не при устойчивых, а при перемежающихся замыканиях, так как действующее значение тока в месте замыкания при перемежающихся замыканиях может значительно превышать действующее значение тока при устойчивом замыкании.

2. В качестве аргумента в пользу импульсного заземления нейтрали названо уменьшение энерговыделения на заземляющем резисторе примерно на 30% за счет того, что он подключается только при перемежающихся замыканиях. Если достижение такого уменьшения энерговыделения признать важным, то нужно иметь ввиду, что эффект снижения перенапряжений довольно полноценно сохраняется при снижении тока резистора до 60% от ёмкостного тока. При этом снижение энерговыделения снизится на 40% и без применения импульсного заземления.

3. В работе нет никаких оценок к требуемому уровню эксплуатации устройства импульсного резистивного заземления при том, что это сложное устройство, для эксплуатации которого, например, для плановых проверок, а возможно и для ремонта, необходимо привлечение специалистов, владеющих знаниями и опытом, выходящими за рамки традиционных и достаточно простых требований к обслуживающему персоналу электрических сетей среднего напряжения.

4. Не вполне можно согласиться с тем, что улучшение условий работы защиты от замыканий на землю при высокоомном заземлении нейтрали, автор считает побочным положительным эффектом. Высокоомное заземление нейтрали радикально

улучшает функционирование защиты как при устойчивых, так и при перемежающихся замыканиях. Своевременное выявление поврежденного элемента является не менее значимым фактором для повышения надежности электроснабжения потребителей по сравнению с другими возможными мероприятиями.

11. Общее заключение

Представленная к защите диссертация «Исследование и разработка импульсно-резистивного заземления нейтрали и устройства глубокого ограничения перенапряжений для электрических сетей 6-35 кВ» является законченной научно-квалифицированной работой. Актуальность, научная новизна, практическая значимость, содержание и публикации диссертационной работы соответствуют требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 №842 (ред. от 01.10.2018), а ее автор Финашин Роман Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.12 - «Техника высоких напряжений».

Отзыв рассмотрен на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО НИ ТПУ, протокол № 6 от 03.06.2020 г.

Руководитель отделения электроэнергетики и электротехники

Инженерной школы энергетики

Ивашутенко Александр
Сергеевич

Доктор технических наук, профессор, профессор-консультант
отделения электроэнергетики и электротехники, Инженерной школы
энергетики»

Вайнштейн Роберт
Александрович

Подпись _____ заверяю

Ученый _____ А.

Полное наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Юридический адрес: 634050, Томская область, г. Томск, проспект Ленина, дом 30.

Телефон: +7(3822) 60-63-33, факс +7 (3822) 60-64-44. **Эл. адрес:** tpu@tpu.ru

Вайнштейн Роберт Александрович; Почтовый адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; Телефон рабочий: (8-382-2) 606-101; Электронная почта: vga@tpu.ru; Должность: профессор-консультант.

Отзыв получен 09.06.2020 г. Проф. Юсупов А.А.
С отзывом ознакомлен 09.06.2020 г. Проф. Финашин Р.А.