

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Литвинова Ильи Игоревича «Повышение устойчивости функционирования дифференциальной защиты силового трансформатора», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

1. Актуальность темы исследования

Диссертационная работа выполнена на актуальную тему – несмотря на множество работ, посвящённых совершенствованию защитных функций средств защиты трансформаторов, нельзя сказать, что предложенные решения полностью исключают ложное, излишнее или замедленное действие защиты в тех или иных ситуациях, однако совместное использование новых защитных алгоритмов наряду с широко применяемыми позволяет значительно повысить эффективность и устойчивость работы защит трансформаторов, не требуя значительных вложений.

2. Общая характеристика диссертации

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет». Состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, включающего 86 наименований, и шести приложений. Диссертация изложена на 240 страницах, содержит 81 рисунок и 4 таблицы.

Во введении обосновывается актуальность проведённых в диссертации исследований, выбраны объект и предмет исследования. Сформулированы цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, указаны положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведён обзор литературы по имеющемуся и разрабатываемым средствам дифференциальной защиты трансформатора, рассмотрены способы повышения качества работы защит в переходных процессах в первичном и вторичном оборудовании, указаны недостатки рассматриваемых способов защиты, в связи с чем определены направления совершенствования алгоритмов функционирования дифференциальной защиты трансформатора, что проработаны в следующих главах диссертации.

Вторая глава посвящена разработке и экспериментальной проверке инструментария для исследования переходных процессов в первичных и вторичных цепях дифференциальной защиты трансформатора, а именно разработке математической модели силового трансформатора в режиме включения под напряжение и в режиме КЗ, в разработке модели группы измерительных трансформаторов тока со стальным сердечником.

В третьей главе предложены алгоритмы функционирования дифференциальной защиты, обладающие повышенной устойчивостью функционирования. Проводится исследование работы предложенных алгоритмов в различных режимах работы силового и измерительного оборудования, показано преимущество их практического применения для организации защиты трансформатора.

В четвёртой главе доказана возможность программной и технической реализации предложенных усовершенствованных алгоритмов функционирования дифференциальной защиты трансформатора.

В заключении сформулированы основные выводы по диссертационной работе. Показано, что решены поставленные задачи, позволяющие достичь цели проведённого исследования.

Приложения содержат дополнительные материалы по работе, акты об использовании результатов исследования.

3. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам Паспорта научной специальности 05.14.02:

п. 6 «Разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике»;

п. 9 «Разработка методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике»;

п. 13 «Разработка методов использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике».

4. Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

5. Методы исследования

В диссертационном исследовании применялись методы математического и имитационного моделирования, математического анализа и теоретических основ электротехники. Оценка достоверности полученных результатов выполнялась за счёт сопоставления осциллограмм, полученных на математической модели, с результатами экспериментов, полученных в аналогичных условиях.

6. Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов

Обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов определяется строгой логической аргументацией, применением теоретических и экспериментальных методов исследования в рассматриваемой области, подтверждена обсуждением результатов научно-технических конференциях, публикациями в ведущих периодических изданиях. В связи с вышесказанным, следует считать степень достоверности и обоснованности высокой.

7. Уровень новизны научных положений, выводов и рекомендаций

В ходе проведенных исследований были получены результаты, обладающие научной новизной по следующим направлениям.

1. Разработана универсальная математическая модель силового трансформатора, позволяющая учитывать конструктивные особенности его сердечника, определён порядок расчёта численных параметров модели.

2. Впервые предложен усовершенствованный алгоритм контроля сдвига фаз между токами плеч дифференциальной защиты, использующий информацию на интервалах идеальной трансформации трансформаторов тока.

3. Разработан способ выполнения дифференциальной защиты, имеющий повышенную чувствительность к витковым замыканиям, благодаря использованию нового алгоритма распознавания режима перевозбуждения трансформатора.

4. Средствами математического моделирования исследован бросок тока намагничивания нагруженного трансформатора, а также бросок тока намагничивания, возникающий при одновременном замыкании контактов силового выключателя. Впервые оценена эффективность применения ранее разработанных способов идентификации режима броска тока намагничивания и внутренних коротких замыканий в указанных режимах. Предложены новые способы распознавания аварийных и нормальных режимов работы трансформатора.

5. Предложен способ адаптивного изменения уставок дифференциальной отсечки для повышения её чувствительности.

8. Теоретическая и практическая ценность диссертационной работы

В ходе проведенных исследований были получены результаты, обладающие следующей практической ценностью.

1. Разработаны корректные математические модели силового и измерительного оборудования, позволяющие получать информацию о различных режимах: в режимах внешних и внутренних коротких замыканий, в режиме броска тока намагничивания при включенной нагрузке и при одновременном замыкании фаз выключателя.

2. Математические модели интегрированы в специализированный программный комплекс, обеспечивающий удобное взаимодействие с моделями и возможность получить результаты в удобной для анализа форме.

Разработанные программы могут быть использованы в проектных организациях, учебных заведениях и научно-исследовательских центрах.

3. Предложены новые алгоритмы функционирования защиты трансформатора, обладающие повышенной устойчивостью функционирования.

4. Доказана возможность технической реализации предложенных алгоритмов защиты с повышенной устойчивостью функционирования.

9. Отличие выполненных исследований от других работ

Диссертационная работа Литвинова И.И. отличается от других работ полнотой рассмотрения режимов работы дифференциальной защиты трансформатора. Так, автором рассмотрены особенности работы защиты в условиях внешних коротких замыканий, в условиях перевозбуждения трансформатора, при бросках тока намагничивания, возникающих в особых условиях, отдельно рассмотрена работа дифференциальной отсечки. Автором предложены оригинальные меры, направленные на повышение качества работы защиты, во всех рассмотренных ситуациях. Представленная к защите работа является дальнейшим развитием исследований представленных в диссертационной работе Купарева Михаила Анатольевича, доцента кафедры электрических станций НГТУ.

10. Личный вклад автора

Представленные в диссертационном исследовании результаты получены или самим автором, или же при его непосредственном участии. Самостоятельно выполнена разработка математических моделей силового трансформатора, позволяющих исследовать его работу в различных режимах; средствами математического моделирования выполнены эксперименты, проанализированы и обобщены их результаты, на основании чего предложены усовершенствованные алгоритмы функционирования защиты. Определены цели и задачи исследования, а также и способы и средства их решения. В целом личный вклад автора в проведённое исследование составляет не менее 70%. Вклад автора в написание научных публикаций составляет не менее 70%

11. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертационной работы опубликовано 12 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК для соискателей ученых степеней, а также 1 патент на изобретение.

12. Соответствие полученных результатов поставленной цели и задачам

Полученные результаты соответствуют поставленной цели. Сформулированные задачи решены.

13. Общие замечания по диссертационной работе

1. Автореферат. Опечатка на 14 стр, 3 строка сверху – «облегается», вероятно нужно «облегчается».
2. Диссертация. В главе 1, (стр. 41, 10 строка сверху) фраза «Ток в режиме БТН носит резко несинусоидальный характер» на мой взгляд технически не корректная, возможно было бы лучше написать «Ток в режиме БТН носит явно несинусоидальный характер».
3. Диссертация. В главе 2, (стр. 57, 14 строка сверху) утверждается, что «условия, определяющие протекание ПП (остаточная индукция в сердечниках силовых и измерительных трансформаторов, различие характеристик намагничивания их сердечников, разновременность включения фаз выключателя и т.д.), носят вероятностный характер». В электроэнергетической системе в цикле КЗ-АПВ или при каких-то оперативных переключениях, когда не отслеживается момент отключения трансформатора и момент его включения невозможно вычислить появление БТН. Однако в контексте главы «Моделирование переходных процессов в силовых трансформаторах и трансформаторах тока» или физического эксперимента мы можем определить величину и характер БТН, зная характеристики материала магнитопровода, фазы моментов отключения и включения, перерыв питания, нагрузку и постоянную времени размагничивания.
4. Диссертация, глава 2. В связи с предыдущим замечанием, не соглашусь, что «осуществить полноценные натурные эксперименты невозможно из-за опасности повреждения оборудования и необходимости больших затрат...» (стр. 57, 8 строка сверху). С современными электронными средствами (тиристорами или IGBT-транзисторами) нетрудно было бы собрать масштабную модель трансформатора с отключением и включением в определенные моменты питающего напряжения.
4. Диссертация, глава 3. При исследовании поведения ДЗ СТ при КЗ вне зоны защиты учитывается, что нагрузка ТТ на стороне ВН превосходит в 7 раз больше номинальной (стр. 111, 28 строка сверху): Однако когда моделируются ПП при КЗ в зоне действия защиты (глава 2) об этом не упоминается. На самом деле длины проводов от ТТ со стороны НН и ВН различны и учет этого в частности для расчета ДЗ электродвигателей в свое время привел авторов (Корогодский В. И. и др. Релейная защита электродвигателей напряжением выше 1 кВ. / В. И. Корогодский, С. Л. Кужеков, Л. Б. Паперно.— М.: Энергоатомиздат, 1987.— 248 с.: ил.) к изменению алгоритма расчета уставок, для того чтобы загрубить защиту и исключить ложное срабатывание при их пусках. Неясно, произведен ли учет различной длины проводов со стороны НН и ВН при моделировании внутренних КЗ работы ДЗ СТ.

5. Диссертация, глава 3. В фразе «для выключателей в общем приводе на все фазы» (стр. 120, 7 строка сверху) опечатка, вероятно нужно было бы «для выключателей с общим приводом на все фазы».

6. Диссертация, Список использованных источников. Некоторые библиографические ссылки приведены не в соответствии со стандартом. Так, например, в ссылках на Интернет-ресурсы не даны даты обращения – 12, 13, 14, 17 и др.

15. Соответствие диссертации критериям «Положения о присуждении учёных степеней»

Диссертационная работа Литвинова И.И. отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденном постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.

По п.9. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой выполненное автором новое научно обоснованное техническое решение в виде разработанной имитационной модели, позволяющей на основании проведённых расчётов принимать решения по анализу и планированию нормальных режимов электроэнергетических систем с каскадом ГЭС.

По п.10. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации имеются сведения о практической полезности результатов и рекомендации по использованию научных выводов.

По п.11-13. Основные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях: 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК.

По п.14. Диссертация отвечает требованию указания ссылок на заимствованные материалы или отдельные результаты.

16. Заключение

Результаты исследований и полученные выводы доказывают, что диссертационная работа направлена на решение актуальной научно-технической задачи, имеющей большое научное и прикладное значение для современной электроэнергетики. Высказанные замечания не опровергают ни научной, ни практической значимости исследования и не меняют общего положительного мнения о работе.

Диссертация Литвинова Ильи Игоревича «Повышение устойчивости функционирования дифференциальной защиты силового трансформатора» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на

актуальную тему. Считаю, что Литвинов И.И. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент
Заведующий кафедрой «Теоретическая и общая электротехника» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»,
доцент, доктор технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, доцент

**Никитин
Константин
Иванович**

Сведения:

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»

Юридический адрес: 644050, Сибирский федеральный округ, Омская область, г. Омск, пр. Мира, д. 11

Телефон: 8-3812-65-36-35, 8-913-971-89-27

Эл. адрес: nki@ngs.ru, nki@omgtu.ru

Должность: Заведующий кафедрой «Теоретическая и общая электротехника».

Ф.И.О.: Никитин Константин Иванович



Подпись Никитина К.И. удостоверяю

Подпись с указанием должности лица, заверившего сведения, печать организации

*Заведующий кафедрой
Теоретическая и общая электротехника
10.10.2018*

*Отзыв получен
10.10.2018*

Иванова А.Т.

*С отзывом ознакомлен
10.10.2018*

Литвинов И.И.