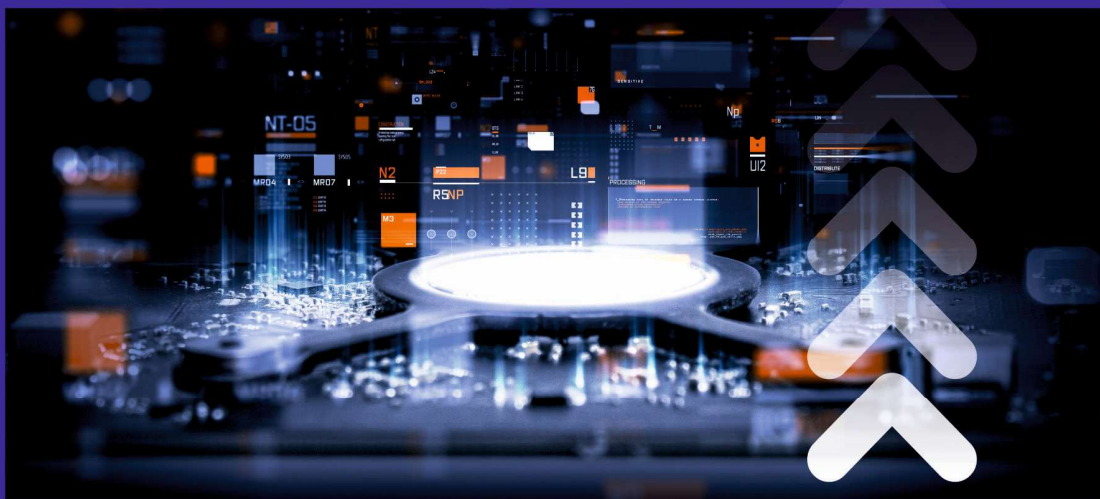


ИНТЕРНАУКА
internauka.org

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО МАТЕРИАЛАМ
LXXXV МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ



№6(79)

ISSN 2587-862X

Москва, 2024

ИНТЕРНАУКА
internauka.org

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*Сборник статей по материалам LXXXV международной
научно-практической конференции*

№ 6 (79)
Июнь 2024 г.

Издается с июля 2017 года

Москва
2024

ИНТЕРНАУКА
internauka.org

TECHNICAL SCIENCES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Proceedings of LXXXV international scientific-practical conference

№ 6 (79)
June 2024

Published since July 2017

Moscow
2024

УДК 62
ББК 30
Т38

Т38 Технические науки: проблемы и решения. сб. ст.
по материалам LXXXV междунар. науч.-практ. конф. – № 6 (79). – М.,
Изд. «Интернаука», 2024. – 70 с.

Оглавление	
Доклады конференции на русском языке	6
Секция 1. Информатика, вычислительная техника и управление	6
ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ И АВТОМАСШТАБИРОВАНИЕ ВЕБ-РЕСУРСА Гуляев Владислав Евгеньевич Верецагина Елена Александровна	6
Секция 2. Информационные технологии	12
АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ BIG DATA НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ Корнеева Алина Алексеевна Исмоилов Мухамаджон Идибоевич	12
РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УНИВЕРСИТЕТЕ Шумкин Владислав Игоревич	19
Секция 3. Машиностроение и машиноведение	24
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ 3D-ПРИНТЕРОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ Ерофеев Владимир Витальевич Шехтман Семен Романович	24
ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ПОЛНОУПРАВЛЯЕМОГО ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ VOLKSWAGEN POLO Нимировский Ярослав Вячеславович Чупашев Сергей Владимирович	28
Секция 4. Организация производства и менеджмент, системы управления качеством	33
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ШНУР Шайкова Анна Александровна Путивцева Наталья Павловна	33

Секция 5. Электротехника	39
ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ КВАДРОКОПТЕРА ДЛЯ ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫХ МАСТЕР-КЛАССОВ Максимов Андрей Викторович Багауова Альбина Айдаровна Полежаев Олег Алексеевич Артамонова Екатерина Валерьевна	39
Секция 6. Энергетика и энергетические техника и технологии	44
ИНТЕГРАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ СЕТЬ ЗАЩИТЫ СИЛОВОГО ТРЕХФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ДВУХ МТТ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ Колесников Евгений Николаевич Рахимбердинова Дилара Муратовна Азаматов Мурат Токтарбекович	44
Conference papers in English	53
Section 1. Chemical engineering and technology	53
ACTIVATED CARBON DERIVED FROM GRAPE SEEDS FOR WATER PURIFICATION Shokhida Khamdamova Bekhzad Sultanov	53
Қазақ тілінде конференция баяндамалары	64
1-Бөлім. Өндірісті ұйымдастыру және менеджмент, сапаны басқару жүйелері	64
ОҚУШЫЛАРДЫҢ БІЛІМ ДЕҢГЕЙІН АРТТЫРУ МӘСЕЛЕСІ МЕН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ Алиева Акмарал Абдиманаповна Муханбетжан Ақайым Шахижанқызы Маханов Айдар Тахирулы	64

СЕКЦИЯ 6.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ИНТЕГРАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ СЕТЬ ЗАЩИТЫ СИЛОВОГО ТРЕХФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ДВУХ МТТ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Колесников Евгений Николаевич

*д-р PhD, постдокторант, энергетический факультет,
НАО «Торайгыров университет»,
Казахстан, г. Павлодар*

Рахимбердинова Дилара Муратовна

*д-р PhD, постдокторант, энергетический факультет,
НАО «Торайгыров университет»,
Казахстан, г. Павлодар*

Азаматов Мурат Токтарбекович

*д-р PhD, энергетический факультет,
НАО «Торайгыров университет»,
Казахстан, г. Павлодар*

АННОТАЦИЯ

В электроэнергетических системах наибольшее распространение получили трехфазные трехобмоточные трансформаторы. Одним из наиболее часто встречающихся в них замыканий является витковое замыкание (ВЗ). Для защиты от них в настоящее время практически всегда используются традиционные токовые защиты. Однако они имеют низкую чувствительность к ВЗ. В настоящее время появились высокочувствительные защиты трехфазных силовых трансформаторов на магнитных трансформаторах тока. Они просты по конструкции, дешевы и способны защитить такой трансформатор от всех видов замыканий в их обмотках. В данной статье предложена реализация защиты трехфазного силового трансформатора на магнитных трансформаторах тока с использованием шкафа защиты с возможностью интеграции в производственную систему мониторинга и управления. Описана конструкция шкафа, его

электрические соединения. Использование шкафа защиты на базе промышленного контроллера позволяет реализовать интеграцию защиты в производственную сеть. Шкаф защиты позволяет реализовать как местное, с помощью HMI панели, так и дистанционное управление защитой через промышленные интерфейсы интеграции.

ABSTRACT

Three-phase three-winding transformers have become the most widespread in electric power systems. One of the most common closures in them is the winding closure (VZ). Currently, traditional current protections are almost always used to protect against them. However, they have a low sensitivity to EOI. Currently, highly sensitive protections for three-phase power transformers on magnetic current transformers have appeared. They are simple in design, cheap and able to protect such a transformer from all types of short circuits in their windings. This article proposes the implementation of protection of a three-phase power transformer on magnetic current transformers using a protection cabinet with the possibility of integration into a production monitoring and control system. The cabinet design and its electrical connections are described. The use of a protection cabinet based on an industrial controller allows for the integration of protection into the production network. The protection cabinet allows you to implement both local, using an HMI panel, and remote protection control via industrial integration interfaces.

Ключевые слова: трехфазный трансформатор, витковое замыкание, шкаф защиты, интеграция в производственную сеть.

Keywords: three-phase transformer, loop closure, protection cabinet, integration into the production network.

В электроэнергетических системах наибольшее распространение получили трехфазные трехобмоточные трансформаторы. Ими только в России укомплектовано порядка 461864 трансформаторных подстанций [1].

Из мировой практики эксплуатации трехфазных трансформаторов известно, что одним из наиболее часто встречающихся в них замыканий является витковое замыкание (ВЗ). В соответствии с [2;3;4;5] на их долю в зависимости от мощности и условий эксплуатации приходится до 70-80% от всех отказов трансформатора.

Для защиты от них в настоящее время практически всегда используются традиционные токовые защиты, среди которых максимальные токовые защиты, токовые отсечки и дифференциальные токовые

защиты [5;6]. Однако они имеют низкую чувствительность к ВЗ. Более чувствительны к ВЗ защиты на двух магнитных трансформаторах тока (МТТ), которые размещаются внутри бака трансформатора [7].

Взаимное расположение элементов трансформатора и МТТ и схема защиты показаны на рисунке 1. Как видно из этого рисунка в трехфазном трансформаторе 1, на стержнях 2, 3 и 4 сердечника которого размещаются одинаковые катушки 5, 6 и 7 с обмотками фаз А, В и С, по обмоткам высшего, среднего и низкого напряжения которым протекают трехфазные симметричные токи.

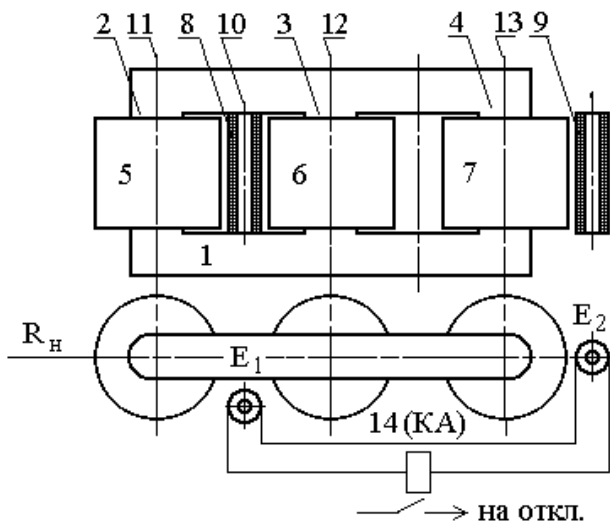


Рисунок 1. Схемы размещения МТТ в трансформаторе и его защиты

МТТ 8 и 9 изготавливают в виде круглого стержня из текстолита длиной равной длине стержня трансформатора, на который равномерно наматывается обмотка из тонкого изолированного провода. При этом МТТ 8 закрепляется на трансформаторе так, чтобы ее ось 10 вращения была параллельна осям 11 и 12 стержней 2 и 3 фаз А и В, и располагалась на равном расстоянии от них. МТТ 9 размещается в баке трансформатора так, чтобы его ось лежала на плоскости R, которая проходит через оси 11 и 13 и была параллельна оси 13. Соединенные согласно - последовательно обмотки МТТ 8 и 9 присоединены к реагирующему органу 14(КА),

нормально разомкнутые контакты которого подключаются к цепи отключения выключателя трансформатора.

При таком пространственном расположении катушек 5-7 трансформатора и МТТ 8 ЭДС E_1 в его обмотке индуцируется только токами в обмотках катушек 5 и 6 фаз А и В, а ЭДС E_2 обмотке МТТ 9 – токами в обмотках катушки 7 фазы С [8;9].

В произвольном эксплуатационном режиме работы трансформатора по одинаковым обмоткам катушек 5-7 трансформатора протекают симметричные токи, которые создают одинаковые магнитные поля рассеяния. При этом магнитные поля катушек 5 и 6 индуцируют в катушке индуктивности 8 ЭДС E_1 равную по величине, но противоположную по знаку ЭДС E_2 индуцированную в катушке индуктивности 9 магнитным полем катушки 7. В результате ЭДС на выходе измерительного преобразователя и ток в цепи реагирующего органа 14 будут равны нулю. При этом контакты реагирующего органа останутся разомкнутыми, и сигнал на отключение трансформатора будет отсутствовать.

При витковом замыкании в одной из обмоток катушек 5-7 в ней образуется дополнительный контур в виде замкнувшихся витков с током, величина которого на порядок больше тока в неповрежденной части этой обмотки. В результате изменится пространственное распределение магнитного поля катушки с поврежденной обмоткой, ЭДС E_1 и E_2 будут не равны по величине, а в цепи реагирующего органа 14 появится ток. Контакты реагирующего органа 14 замкнутся и сформируют сигнал на отключение трансформатора от сети.

При междуфазном замыкании или при однофазном замыкании на корпус пространственное распределение катушек также будет неодинаковым. Следовательно, E_1 и E_2 также будут не равны по величине, в цепи реагирующего органа 14 появится ток, контакты реагирующего органа 14 замкнутся и сформируют сигнал на отключение трансформатора от сети.

В качестве реагирующего органа в защите может использоваться токовое реле РТ-40/0,2 с встречно-взаимным соединением обмоток. Цепи постоянного оперативного тока устройства рассматриваемой релейной защиты приведены на рисунке 2, где КА – токовое реле РТ-40,0,2; КТ – реле времени, с помощью которого выставляется порог срабатывания защиты по времени; КЛ – промежуточное реле; SX – кнопка для введения защиты в работу после устранения аварии.

Как видно из рисунка 2 при срабатывании реагирующего органа контакт КА замыкается, и по обмотке реле времени КТ будет протекать ток, Реле времени КТ сработает и через время t_{cp} его контакты замкнутся. В результате по обмотке промежуточного реле станет протекать ток. Оно

сработает. При этом замкнувшиеся контакты KL1.1 поставят промежуточное реле на самоподхват, а замкнувшиеся контакты KL1.2 сформируют сигнал на отключение выключателя.

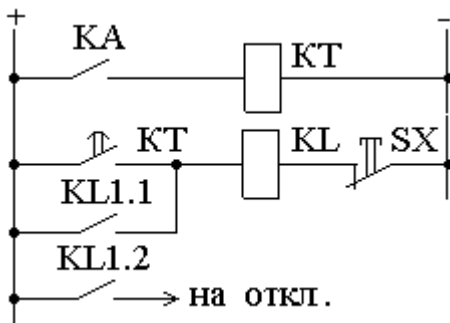


Рисунок 2. Цепи постоянного оперативного тока устройства

Для реализации устройства защиты трехфазного силового трансформатора от электрических повреждений обмоток предлагается использовать шкаф защиты на базе контроллера. В рамках исследования профинансированного Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP14972779) совместно с Научно-Производственной Firmой «СтройПроектИнновация», имеющей лицензию на выполнение данного вида работ, было разработано Техническое задание на изготовление шкафа защиты.

Как показано на рис. 3 шкаф защиты представляет собой металлический корпус габаритами 500x400x220. В шкафу предусмотрена установка автоматического выключателя, реле напряжений, пускателя, промышленного контроллера Trei-5B-05 в составе: мастер-модуль M911E, интеллектуальный модуль M932C.

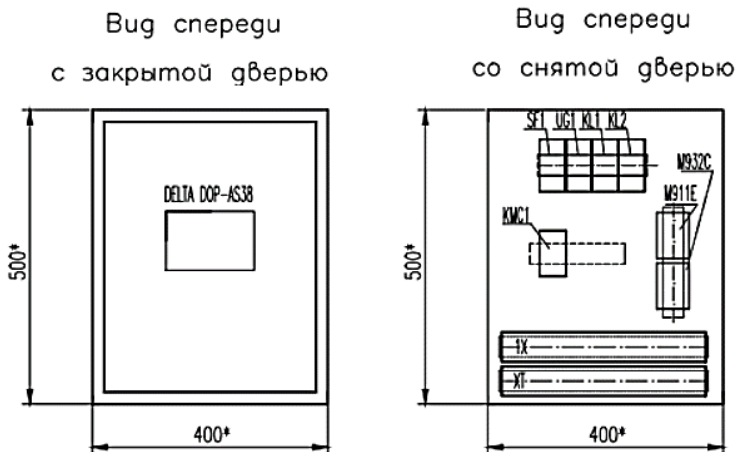


Рисунок 3. Общий вид шкафа защиты

На рис.4 представлена электрическая схема соединений шкафа. Согласно неё, шкаф защищается от внутренних замыканий автоматическим выключателем Schneider Electric. Сигналы от магнитных трансформаторов тока МТТ1 и МТТ2 защиты трехфазного силового трансформатора подключаются к реле напряжений KL1 и KL2 и параллельно к аналоговым входам напряжения интеллектуального модуля M932C.

Выходные цепи реле напряжений подключаются к дискретным входам напряжения интеллектуального модуля. При их срабатывании интеллектуального модуля M932C принимает информацию о срабатывании защиты и отправляет сигнал на включение пускателя KMC1 марки LC1 D09M7. К выходным цепям пускателя KMC1 подключаются цепи отключения печного трансформатора.

Защита силового трансформатора

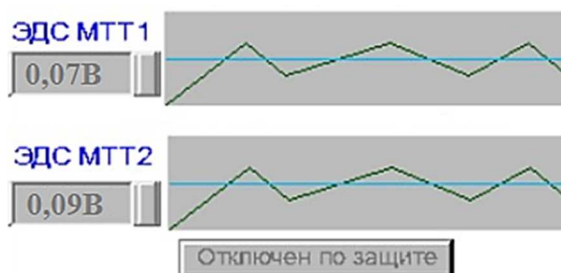


Рисунок 5. Мнемосхема на экране НМІ панели

На панели отображается текущее значение ЭДС на выходе каждого МТТ, состояние защиты «Отключен по защите» принимающее соответствующее активное либо неактивное состояние. Так же панель выполняет функцию хранения данных о предыдущих срабатываниях защиты. Таким образом выполняется визуализация и местное управление.

Реализация дистанционного управления производится посредством интеграции шкафа защиты в общезаводскую систему мониторинга и управления с помощью интерфейса Ethernet либо ModBUS. Это позволяет реализовать дистанционную передачу данных о срабатывании защит на главные щиты управления производством, а так же получение сигнала на отключение трансформатора по общезаводской сети от оператора. При этом возможность интеграции в существующую сеть ПТК не зависит от используемого оборудования верхнего уровня АСУ ТП производства.

Выводы:

1. Предлагаемая токовая защита проста и дешева, легко реализуется на трехфазных трехобмоточных трансформаторах и способна реагировать на все виды замыканий в их обмотках

2. Разработанное устройство защиты трехфазного силового трансформатора от электрических повреждений на двух МТТ может быть реализовано с помощью предложенного шкафа защиты на базе промышленного контроллера.

3. Использование шкафа защиты на базе промышленного контроллера позволяет реализовать интеграцию защиты в производственную сеть. Шкаф защиты позволяет реализовать как местное, так и дистанционное управление защитой.

Это исследование было профинансировано Министерством Науки и Высшего Образования Республики Казахстан (грант № AP14972779).

Список литературы:

1. Казакул А.А., Кушнарёва Ю.А., Анализ количества работающих трансформаторов на подстанциях филиалов АО «ДРСК». Главный энергетик. 2022;10.
2. Засыпкин А.С. Релейная защита трансформаторов [Текст] / Засыпкин А.С. –М.: Энергоатомиздат, 1989. - 240с.
3. Уолтер А. Элмор, Теория и применение релейной защиты [Protective Relaying Theory and Applications], Marcel Dekker Inc. Нью-Йорк, Базель, 2004.
4. Шабад М.А. “Защита трансформаторов и распределительной сети”, Энергоиздат, -1981 [in Russian].
5. Новожилов А.Н., Новожилов Т.А. Релейная защита однофазного трансформатора на магнитных трансформаторах тока / - Павлодар: Изд-во ПГУ,- 2017г. - 117с. с ил.
6. Чернобровов Н.В. Релейная защита. – 4-е издание [Текст] / Чернобровов Н.В. –М.: Энергия, 1974. – 680 с.
7. Иннов. пат. №26738 РК. МПК H02H 7/04. Устройство защиты трехфазного трансформатора от замыканий обмоток / Новожилов А.Н., Новожилов Т.А., Колесников Е.Н. и др.; опубл. 15.03.13, Бюл. №3. – 3 с.
8. К. Симони, Основы электротехники [Foundations of Electrical Engineering], The Maximillan Company, Нью-Йорк, 1963.
9. Бессонов Л.А., Теоретические основы электротехники, Высшая школа, Москва, 1967 [in Russian].
10. Беркович М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А. Основы техники релейных защит. – М.: Энергоатомиздат 1984. - 232 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*Сборник статей по материалам LXXXV международной
научно-практической конференции*

№ 6 (79)
Июнь 2024 г.

В авторской редакции

Мнение авторов может не совпадать с позицией редакции

Подписано в печать 18.06.24. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4,38. Тираж 550 экз.

Издательство «Интернаука»
123182, г. Москва, ул. Академика Бочвара ул., д. 5, корпус. 2, к. 115
E-mail: mail@internauka.org

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 1

16+

ООО «Интернаука» (г. Москва) проводит международные заочные научно-практические **конференции по 26 научным направлениям**. Предоставляя возможность опубликовать статьи быстро и качественно, мы помогаем аспирантам, соискателям и докторантам представить на суд научной общественности результаты проведенных исследований, открываем дорогу молодым, привлекаем в научную среду как начинающих ученых, так и профессионалов, имеющих богатый практический опыт в прикладной сфере и упрощаем процесс вхождения в научное сообщество, снижая барьеры расстояния, финансов, языка, статуса, возраста, опыта.

Мы проводим заочные конференции на двух языках: русском и английском, способствуя сближению научных сообществ разных стран.

Нашим изданиям присваиваются коды ISSN, УДК, ББК. Производится их регистрация в Российской книжной палате и рассылка по библиотекам нашей страны.

На сегодняшний день в рамках проекта "Интернаука" было **проведено свыше 250 конференций, в которых приняли участие более 6000 ученых из 15 стран мира**: России, Казахстана, Узбекистана, Азербайджана, Украины, Белоруссии, Польши, Армении, Латвии, Болгарии, Молдовы, Румынии, Эстонии, Греции, Турции.

Конференции по 26 направлениям науки:

Архитектура
Астрономия
Биология
Ветеринария
География
Геология
Информационные технологии
Искусствоведение
История
Культурология
Математика
Медицина
Менеджмент
Педагогика
Политология
Психология
Сельскохозяйственные науки
Социология
Технические науки
Фармацевтические науки
Физика
Филология
Философия
Химия
Экономика
Юриспруденция