

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2024)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и информационных
систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/ZSHT7059>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.,

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*
Сағындық Ә. Б. *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров +А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцен;</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

**МАЗМУНЫ
СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS**

<i>Алибеккызы К., Керибаева Т. Б., Сейфула, Г. Н., Рысбекова А. А., Әбдіматова Т. Д.</i>	
Ұшқышсыз ұшатын көлік құралдарына арналған техникалық қызмет көрсету және жөндеу моделін талдау.....	6
<i>Anarbekova G. A., Akanova A. S., Ospanova N. N., Kaldarov Zh. A., Sharipova S. Ye.</i>	
Designing a conceptual model of an analytical system that automates the forecasting process in agriculture	19
<i>Ануарбеков М. А., Яманбекова К.</i>	
Результаты моделирования аэродинамического сечения стабилизатора горелочного устройства с целью определения оптимальных параметров.....	33
<i>Аскарова А. С., Болегенова С. А., Максимов В. Ю., Медетұлы Е.</i>	
Жел турбинысы арқылы өтетін турбулентті тұрақсыз ағынды 3D модельдеу.....	47
<i>Баймаханова З. А., А. Б. Тлегенов, Айтуғанова А. М., Балходжаева Г. Р., Жансерікқызы А.</i>	
Ауыз су мен ағынды суларды тазартуға арналған озон технологиясының процестері мен аппараттары	64
<i>Рахадиллов Б. К., Даутбеков М. К., Журерова Л. Г., Самбаева З. А. Магазов Н. М.</i>	
Повышение эксплуатационных свойств деталей энергетического оборудования работающих в нагруженном состоянии	79
<i>Даутова А. З., Найманова Д. С., Дюсенгазина Н. Н. Майдисарова А. Т.</i>	
Энергетикалық есептерді шешу үшін математикалық әдістерді қолдану	94
<i>Zhalmagambetova U., Radelyuk I., Krykbayeva M., Biloshchytska S., Kirichenko L.</i>	
Development of an automatic monitoring system based on the open architecture concept.....	112
<i>Кәкімжанов Д. Н., Колисниченко О. В., Рахадиллов Б. К., Кусайное А. Е.</i>	
Эвтектикалық қорытпадан жасалған қорғаныс жабындарын импульстік-плазмалық өңдеу.....	126

Калтаев А. Г.

Устройство защиты электродвигателя от витковых замыканий 143

Карымсакова И. Б., Бекенова Б. Д., Оспанов Е. А.,**Курмангалиева Н. К., Калиева А. К.**

Roboguide v 9.40 бағдарламасында fanuc Ir mate 200id роботымен импланттар бетін микроплазмалық бүркеуді модельдеу 153

Киршенман А. А., Каверин В. В.

Исследование и разработка первичного преобразователя энергии короны высоковольтных воздушных линий электропередач 170

Колесников Е. Н., Новожилов Т. А., Исенов Ж. С., Талипов О. М.

Устройство защиты трехфазного трехобмоточного трансформатора на двух магнитных трансформаторах тока..... 184

Коломыцева И. А., Котов Е. С.

Прогнозирование электропотребления насосной станции с использованием регрессионного анализа..... 198

Машрапов Б. Е., Клецель М. Я., Машрапова Р. М.

Кері тізбектегі токтарды бақылаумен тоқтық қорғанысқа арналған өлшеу органы..... 213

Markovskiy V. P., Pushkaryov S. D., Ogarkova A. I., Utegulov A. B.,**Koshkin I. V.**

Development of a conjugate analysis method for the effective use of heat pumps in the climatic conditions of kostanay region 225

Мерғалимова А. К., Атякшева А. В., Айтмағамбетова М. Б.,**Сейтжаппаров К., Жолдыбаева А. Н.**

К вопросу разработки чистой угольной технологии получения топливных газов и их дальнейшего сжижения..... 243

Мехтиев А. Д., Герасименко Т. С., Сарсикеев Е. Ж., Алькина А. Д.

Оценка влияния омагниченной воды на всхожесть и рост рассады томата..... 257

Новожилов А.Н., Имангазинова Д. К.

Методы поиска поврежденной секции в трёхфазных обмотках 271

Онгар Б., Бекболатова Ж. К., Қарасаева Ә. Р., Турганбаев М. А.,**Сеитбек Е. Е.**

Үш деңгейлі кернеу түрлендіргішінің математикалық моделі 286

Приходько Е. В. Никифоров А. С., Арипова Н. М., Кинжибекова А. К.,**Карманов А. Е.**

Оценка влияния изменения температуры на теплофизические свойства огнеупоров 299

Расмухаметова А. С., Олжабаева К. С., Абжекеева А. З., Есет Г. М., Харченко С. П.	
Ауаны желдету мен энергоқамтудың аккумуляциялық гелио жүйесі	312
Рахимбердинова Д. М., Тюлюгенова Л. Б., Азаматов М. Т., Есмаханова Л. Н.	
Интеграция в общезаводскую сеть защиты электрооборудования рудотермического производства на двух мтт от электрических повреждений	325
Рустамов Н. Т., Бергузинов А. Н., Меирбекова О. Д. Тулебаева Г. А.	
Математическая модель основанная на передаточной функции системы распределенной генерации	340
Рындин В. В., Омарбекова И. К.	
Автоматизированный расчёт режима работы компрессорной станции в пакете Mathcad.....	357
Сыдыкова Г. К., Жүнісов Ж.Т., Құлтан И. Б.	
Сумен қамтамасыз ету жүйесінде күн түрлендіргіштерін қолдану	374
Тұрдыбек Б., Сериков Т. Г., Касым Р. Т., Өжікенов Қ. Ә. Тленшиева А. А.	
Портативті экг-нің интерфейстері арасында оңтайландырылған гибриді фразкталдық антеннамен сымсыз байланыс орнату	389
Faurat A. A., Toktarbekova A. B.	
Assessment of the influence of industry on pollution of snow and soil with heavy metals in Pavlodar	404
Шоланов К. С., Токишева Г.С., Омаров А. С., Кашкимбаева Н. М. Исаева Ж.Р.	
Формирование данных для проектирования парусных ветровых электростанций	421
Авторлар туралы ақпарат	
Сведения об авторах	
Information about the authors	434
Авторларға арналған ережелер	
Правила для авторов	
Rules for authors	469
Жарияланым этикасы	
Публикационная этика	
Publication ethics	483

МРНТИ 621.313.3 I

<https://doi.org/10.48081/MESR3183>

***Д. М. Рахимбердинова¹, Л. Б. Тюлюгенова¹,
М. Т. Азаматов¹, Л. Н. Есмаханова²**

¹Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

²Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати,

Республика Казахстан, г. Тараз

* e-mail: Di_lara83@mail.ru

ИНТЕГРАЦИЯ В ОБЩЕЗАВОДСКУЮ СЕТЬ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ РУДОТЕРМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ДВУХ МТТ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

При производстве высококачественной стали ферросплавы имеют первостепенное значение. В настоящее время стали используются в строительной промышленности, машиностроительной промышленности, автомобилестроении, производстве металлопродукции, электрического оборудования, бытовой технике и других областях. Исходя из этого, сталеплавильное производство напрямую зависит от состояния ферросплавной промышленности. Поэтому релейная защита электрооборудования рудотермических производств, на которых производятся ферросплавы, является актуальным вопросом. В статье предлагается высокочувствительная защита от витковых замыканий в первичной обмотке однофазного печного трансформатора рудотермического производства, а также от обрывов и дуговых замыканий в парах трубошин его короткой сети. Данная защита реализуется при помощи двух магнитных трансформаторов тока (МТТ). Также предлагается интегрировать это устройство защиты на двух МТТ в общезаводскую сеть рудотермического производства. Шкаф

защиты на базе промышленного контроллера Trei-5B-05 позволяет реализовать как местное, так и дистанционное управление защитой от витковых замыканий в первичной обмотке однофазного печного трансформатора, а также от обрывов и дуговых замыканий в короткой сети. Для реализации человеко-машинного интерфейса предлагается использовать НМИ-панель Delta DOP-AS38, благодаря которой выполняется визуализация и местное управление.

Ключевые слова: рудотермическая печь, печной трансформатор, короткая сеть, шинный пакет, трубошины, измерительный преобразователь, магнитный трансформатор тока, схемы защиты, шкаф, промышленный контроллер.

Введение

На рудотермических производствах, как правило, используются однофазные трансформаторы с короткой сетью, питаемые междуфазным напряжением. Вторичная обмотка однофазных печных трансформаторов представлена в виде 4-8 изолированных расщеплений, и пакет трубошин короткой сети, изготавливается из соответствующего числа пар трубошин [1; 2; 3; 4; 5].

Основными электрическими повреждениями электрооборудования рудотермического производства являются витковые замыкания в первичной обмотке однофазного печного трансформатора, а также обрывы гибких связей и дуговые замыкания (ДЗ) в расщеплениях короткой сети. Это обусловлено тем, что вторичная обмотка печного трансформатора выполняется из нескольких изолированных друг от друга расщеплений. При этом короткая сеть имеет гибкие связи, а ее шинный пакет изготавливается из числа пар трубошин равного числу расщеплений печного трансформатора.

Газовая и максимальная токовая защиты однофазного печного трансформатора на трансформаторах тока (ТТ), которые применяются в настоящее время на рудотермических производствах, по разным причинам неэффективны. Короткая сеть на рудотермических производствах защищается от электрических повреждений при помощи электрической изоляции, наложенной на все трубошины. Такой способ защиты короткой

сети также является неэффективным в силу специфики условий среды на рудотермических производствах [5]. Были разработаны устройства защиты короткой сети рудотермического производства на МТТ [6; 7], которые эффективно защищают короткую сеть от обрывов гибких связей и дуговых замыканий в цепях расщеплений. Однако такие защиты не распространяются на печные трансформаторы.

Материалы и методы

Для защиты электрооборудования рудотермического производства от витковых замыканий (ВЗ), а также от электрических повреждений в короткой сети предлагается использовать способ защиты, описанный в патенте «Способ защиты однофазного печного трансформатора с короткой сетью в виде группы шин от электрических повреждений» [8]. В основе этого способа [8] лежит измерение магнитных полей рассеяния обмоток трансформатора. Причем для выявления ВЗ в первичной обмотке однофазного печного трансформатора измеряют магнитное поле рассеяния обмоток трансформатора в плоскости Q, перпендикулярной ярмам его сердечника и проходящей через их середину, как это показано на рисунке 1 [8]. Чтобы выявить обрывы и ДЗ в расщеплениях короткой сети, необходимо измерить магнитные поля в плоскости R у верхнего и нижнего торцов одной из катушек трансформатора [8].

Для пояснения этого способа используется схема взаимного размещения элементов конструкции однофазного печного трансформатора с короткой сетью и МТТ, приведенная на рисунке 1.

Как видно из этого рисунка, печной трансформатор выполнен в виде ферромагнитного сердечника 1 с двумя идентичными катушками 2 и 3, размещенными на его стержнях 4 и 5 [8]. Каждая катушка состоит из половины многовитковой первичной обмотки 6 и витков 7-10 расщепленной вторичной обмотки. Каждое из расщеплений вторичной обмотки присоединяется к отдельной паре трубошин 11 короткой сети. Таким образом, замкнутые витки 12 в процессе эксплуатации трансформатора могут возникнуть только в его первичной обмотке, а ДЗ и обрыв в короткой сети – в цепях расщеплений.

При монтаже трансформатора части первичной и вторичной обмоток соединяются согласно – последовательно. Так как числа витков в обмотках этих катушек и токи в их витках в эксплуатационных режимах

трансформатора одинаковы, то их суммарное магнитное поле на плоскости Q , которая перпендикулярна ярам 13 и 14 сердечника 1 трансформатора и проходит через их середину, равно нулю. В случае возникновения виткового замыкания в первичной обмотке одной из катушек появляются замкнувшиеся витки. Ток в замкнувшихся витках сильно превышает ток в этих же витках до ВЗ. В результате дополнительно появится локальное магнитное поле рассеяния этих витков. При этом магнитное поле рассеяния катушек трансформатора на плоскости Q будет не равным нулю. Что позволяет выявить режим ВЗ в трансформаторе.

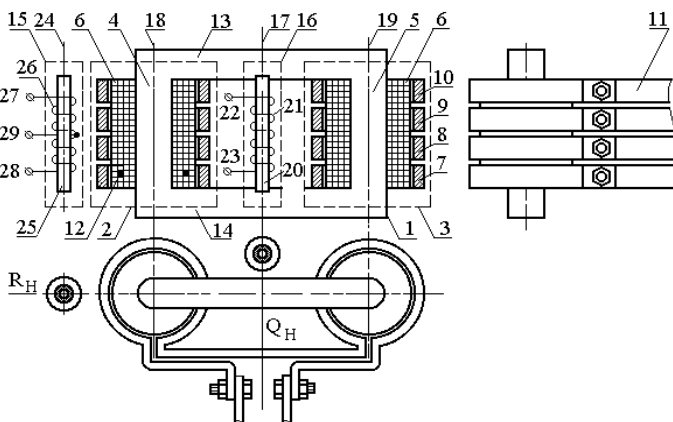


Рисунок 1 – Схема однофазного печного трансформатора с короткой сетью и МТТ

Схема устройства защиты однофазного печного трансформатора с короткой сетью, основанная на двух МТТ, представлена на рисунке 2 [8]. В соответствии с этой схемой начало 27 и конец 28 катушек МТТ 15 присоединены к крайним выводам переменного резистора 31, а средний вывод 29 этого МТТ и контакт 30 резистора 31 подключен к обмотке реле 32 [8]. Причем нормально разомкнутый контакт 33 этого реле соединен с отключающей цепью выключателя 34, а также с блоком индикации 35, на котором идентифицируется вид электрического повреждения. При отсутствии виткового замыкания в первичной обмотке 6 однофазного печного трансформатора, а также при отсутствии повреждений короткой

сети 11 переменный резистор 31 выставляет ток небаланса в реле 32, равный нулю, $I_2 = 0$ [8].

Выводы 22 и 23 МТТ 16 соединены с обмоткой реле 36. Причем согласно [8] нормально разомкнутый контакт 37 реле 36 соединен с отключающей цепью 38 выключателя, а также с блоком индикации 35. Нормально замкнутый контакт 39, являющийся блокировочным, последовательно соединен с контактом 33 [8].

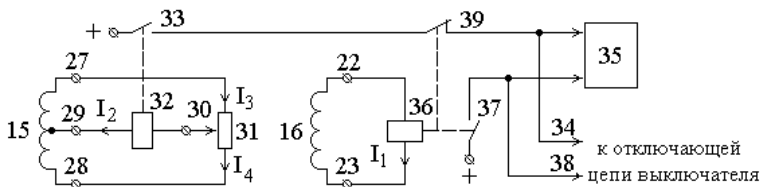


Рисунок 2 – Схема устройства защиты электрооборудования рудотермического производства от электрических повреждений

Устройство защиты [8] работает следующим образом: при отсутствии электрических повреждений в печном трансформаторе с короткой сетью 11 по одинаковому числу витков в обмотках 6, а также 7-10, расположенных на разных стержнях сердечника, протекают эквивалентные токи. При условии точного изготовления и установки этих обмоток токи в них будут индуцировать в обмотке МТТ 16 нулевую электродвижущую силу, при этом ЭДС верхней и нижней обмоток в МТТ 15 будут эквивалентны [8]. Таким образом, ток I_1 в реле 36 будет нулевым, и контакты 37 и 39 будут находиться в исходном положении. Помимо этого, токи I_3 и I_4 будут эквивалентны, и, соответственно, их разность I_2 в обмотке реле 32 также будет равняться нулю [8]. Контакты 33 реле 32 будут, соответственно, находиться в исходном положении. В этом эксплуатационном режиме сигналы с контактов реле 32 и 36 на отключение печного трансформатора от сети и в блоке 35 будут отсутствовать, на дисплее сообщение о повреждении не высветится [8]. Печной трансформатор с короткой сетью находится в работе.

В случае замыкания витков 12 в первичной обмотке однофазного печного трансформатора ток в них будет сильно отличаться от тока в остальной части первичной обмотки [8]. Это, в свою очередь, вызовет

перераспределение магнитного поля рассеяния поврежденной обмотки на стержне 4 и, как следствие, к возникновению ЭДС в обмотке МТТ 16. ЭДС верхней и нижней обмоток МТТ 15 не будут эквивалентны. Соответственно разность токов I_2 и ток I_1 в 32 и 36 будут отличаться от нуля, что вызовет срабатывание этих реле. Контакты 33 и 37 замкнутся, а контакт 39 наоборот разомкнется. Как следствие, в отключающей цепи 33 появится сигнал на отключение трансформатора от сети, а на дисплее блока 35 появится сообщение о повреждении: «витковое замыкание» [8].

В случае появления ДЗ в одной из пар трубок, например прикрепленной к расщеплению 10 вторичной обмотки, ток в ней увеличится и будет сильно превышать ток в расщеплениях 7-9 этой обмотки [8]. Это вызовет одинаковое перераспределение магнитного поля рассеяния в катушках 2 и 3, располагающихся на стержнях 4 и 5 трансформатора. В таком режиме ЭДС в обмотке МТТ 16 будет нулевой, в то время как электродвижущие силы верхней и нижней обмоток МТТ 15 будут отличаться друг от друга. В соответствии с этим, ток I_1 в обмотке реле 36 будет равен нулю, и оно будет находиться в исходном положении. Поскольку токи I_3 и I_4 не равны между собой, то их разность I_2 в обмотке реле 32 будет отличаться от нуля, и, следовательно, оно сработает. В таком режиме контакт 33 замкнется, а контакты 37 и 39 останутся в исходном положении. Как следствие, в отключающей цепи 38 сформируется сигнал на отключение трансформатора [8]. На блоке 35 появится аларменное сообщение: «повреждение короткой сети».

Для интеграции в общезаводскую сеть предлагаемого устройства защиты рудотермическую электрооборудования от электрических повреждений в качестве блока 35 предлагается использовать шкаф защиты на базе контроллера [9;10]. В рамках исследования профинансированного Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP14972775) совместно с Научно-Производственной Firmой «СтройПроектИнновация», имеющей лицензию на выполнение данного вида работ, было разработано Техническое задание на изготовление шкафа защиты.

Как показано на рисунке 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 рисунке 4 представлена электрическая схема соединений шкафа. Согласно схеме шкаф защищается от внутренних замыканий автоматическим выключателем Schneider Electric. Сигналы от магнитных трансформаторов тока МТТ1 15 и МТТ2 16 защиты однофазного печного трансформатора и короткой сети подключаются к реле напряжений KL1 32 и KL2 36 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 магнитного пускателя КМС1 марки LC1 D09M7. К выходным цепям пускателя КМС1 подключаются цепи отключения печного трансформатора.

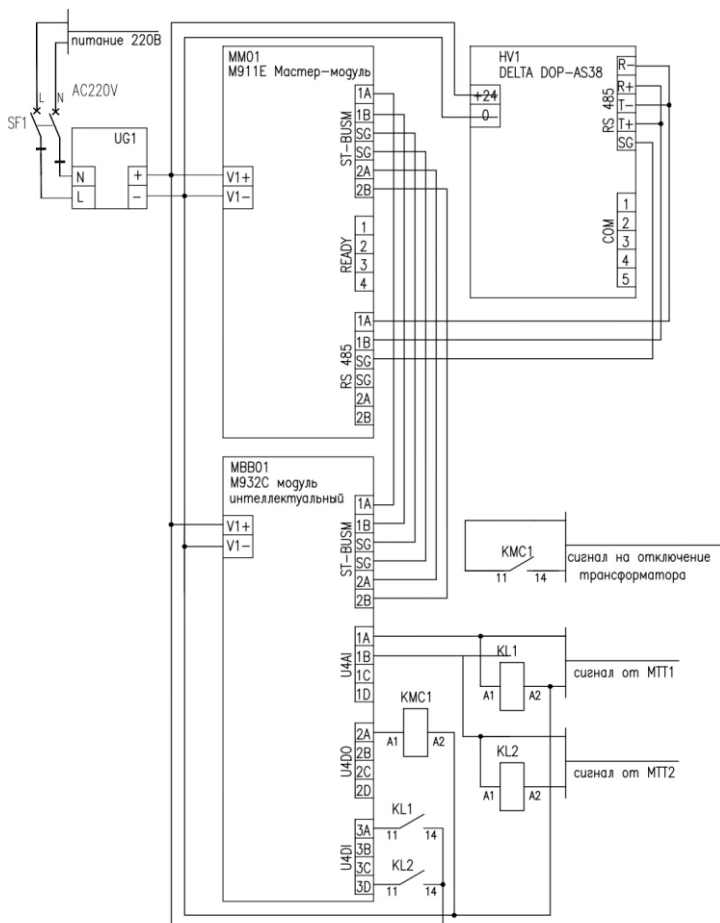


Рисунок 4 – Электрическая схема соединений шкафа

На двери шкафа защиты располагается HMI-панель оператора Delta DOP-AS38 для реализации человеко-машинного интерфейса. В качестве оболочки в панель оператора загружается разработанная специально для данной защиты мнемосхема, показанная на рисунке 5.



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 программно-технического комплекса (ПТК) не зависит от используемого оборудования верхнего уровня автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) производства.

Результаты и обсуждения

Таким образом, предлагаемое в статье устройство токовой защиты электрооборудования рудотермического производства, основанное на двух МТТ, способно защитить однофазный печной трансформатор от ВЗ, а токопровод короткой сети от обрывов и ДЗ в ней. Также предлагаемая реализация интеграции устройства защиты на двух МТТ в

рудотермическую общезаводскую сеть позволит управлять защитой дистанционно и более наглядно.

Информация о финансировании

Это исследование было профинансировано Министерством Науки и Высшего Образования Республики Казахстан (ИРН АР14972775).

Выводы

1. Основными электрическими повреждениями электрооборудования рудотермического производства являются витковые замыкания в первичной обмотке однофазного печного трансформатора, а также обрывы гибких связей и дуговые замыкания в цепях расщеплений короткой сети.

2. Представленное в работе устройство защиты электрооборудования рудотермического производства от электрических повреждений на двух МТТ может быть реализовано с помощью шкафа защиты на базе промышленного контроллера Треі-5В-05.

3. Использование шкафа защиты на базе промышленного контроллера позволяет реализовать интеграцию в общезаводскую сеть защиты электрооборудования рудотермического производства на двух МТТ от электрических повреждений. Шкаф защиты позволяет реализовать как местное, так и дистанционное управление защитой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ермилов, А. А.**, Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М. : Энергоатомиздат, 1982. – 208 с.

2 **Евтюкова, И. П., Кацевич, Л. С., Некрасова, Н. М.** Электротехнологические промышленные установки. – М. : Энергоиздат, 1982. – 400 с.

3 **Данцис, Я. Б., Кацевич, Л. С., Жилов, Г. М.** Короткие сети и электрические параметры дуговых электропечей. – Москва : Изд-во Металлургия, 1987. – 320 с.

4 **Смелянский, М. Я.** Короткие сети электрических печей / М. Я. Смелянский, Н. И. Бортничук. – Ленинград : Изд-во Госэнергоиздат, 1962. – 96 с.

5 **Рахимбердинова, Д. М., Новожилов, А. Н., Колесников Е. Н., Новожилов, Т. А.** Совершенствование токовых защит короткой сети

рудотермического производства на магнитных трансформаторах тока // Вестник Торайгыров университет. – 2023. – № 4. – С. 311-321.

6 **Rakhimberdinova, D. M., Novozhilov, T. A., Novozhilov, A. N., Kislov, A. P.** Protection of the Short Network of the Ore Thermal Furnace Against Short Circuits // AIP Conf. Proc. – 2021. – 2337 (030011) <https://doi.org/10.1063/5.0046557>.

7 **Rakhimberdinova, D., Novozhilov, A., Kolesnikov, E., Andreeva, O., Talipov, O., Kislov, A.** Arc Fault Protection of the High-Current Busbar Assembly of an Ore Furnace // Energies. – 2023. – 16 (7834) <https://doi.org/10.3390/en16237834>.

8 Иннов. пат. 2713204 RU. Способ защиты однофазного печного трансформатора с короткой сетью в виде группы шин от электрических повреждений / Т. А. Новожилов, В. Н. Горюнов, А.Н. Новожилов, Д. М. Рахимбердинова; опублик. 04.02.2020, Бюл. №4. – 5 с.

9 **Петров, И. В.** Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования [Текст]. – Москва : Изд-во Солон-пресс, 2020. – 254 с.

10 **Сергеев, А. И., Черноусова, А. М., Русяев, А. С.** Программирование контроллеров систем автоматизации [Текст]. – Оренбург : ОГУ, 2016. – 125 с.

REFERENCES

1 **Ermilov, A.,** Osnovy elektrosnabzheniya promyshlennyh predpriyatij [Fundamentals of Power Supply of Industrial Enterprises]. – Moscow : Energoatomizdat, 1982. – 208 p.

2 **Evtyukova, I., Kacevich, L., Nekrasova, N., Svenchanskij A.** Electrotechnological industrial installations [Elektrotekhnologicheskie promyshlennye ustanovki]. – Moscow : Energoizdat, 1982. – 400 p.

3 **Dancis, Ya. B., Kacevich, L. S., ZHilov, G. M.** Korotkie seti i elektricheskie parametry dugovyh elektropechej [Short networks and electrical parameters of electric arc furnaces]. – Moscow : Izd-vo Metallurgiya, 1987. – 320 p.

4 **Smelyanskij, M. Ya., Bortnichuk, N. I.** Korotkie seti elektricheskikh pechej [Short networks of electric ovens]. – Leninrgad : Izd-vo Gosenergoizdat, 1962. – 96 p.

5 **Rahimberdinova, D. M., Novozhilov, A. N., Kolesnikov, E. N., Novozhilov, T. A.** Covershenstvovanie tokovyh zashchit korotkoj seti rudotermicheskogo proizvodstva na magnitnyh transformatorah toka [Improvement of current protection of a short network of ore thermal production on magnetic current transformers] // Vestnik Torajgyrov universiteta. – 2023. – № 4. – P. 311-321

6 **Rakhimberdinova, D. M., Novozhilov, T. A., Novozhilov, A. N., Kislov, A. P.** Protection of the Short Network of the Ore Thermal Furnace Against Short Circuits // AIP Conf. Proc. – 2021. – 2337 (030011) <https://doi.org/10.1063/5.0046557>.

7 **Rakhimberdinova, D., Novozhilov, A., Kolesnikov, E., Andreeva, O., Talipov, O., Kislov, A.** Arc Fault Protection of the High-Current Busbar Assembly of an Ore Furnace // Energies. – 2023. – 16 (7834) <https://doi.org/10.3390/en16237834>.

8 Innov. pat. 2713204 RK. Sposob zashchity odnofaznogo pechnogo transformatora s korotkoj set'yu v vide gruppy shin ot elektricheskikh povrezhdenij / T. A. Novozhilov, V. N. Goryunov, A. N. Novozhilov, D. M. Rahimberdinova; opubl. 04.02.2020, Byul. №4. – 5 p.

9 **Petrov, I. V.** Programmiruemye kontrollery. Standartnye yazyki i priemy prikladnogo proektirovaniya [Programmable controllers. Standard languages and techniques of applied design]. – Moscow : Izd-vo Solon-press, 2020. – 254 p.

10 **Sergeev, A. I., Chernousova, A. M., Rusyaev, A. S.** Programmirovaniye kontrollerov sistem avtomatizacii [Programming of automation system controllers]. – Orenburg: OGU, 2016. – 125 p.

Поступило в редакцию 01.05.24

Поступило с исправлениями 01.05.24

Принято в печать 02.06.24

*Д. М. Рахимбердинова¹, Л. Б. Тюлюгенова¹, М. Т. Азаматов¹,
Л. Н. Есмаханова²

¹Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²М. Х. Дулати атындағы Тараз аймақтық университеті,

Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

01.05.24 ж. баспаға түсті.

01.05.24 ж. түзетулерімен түсті.

02.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЕКІ МТТ КЕНДІ ЖЫЛУ ӨНДІРІСІНІҢ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫН ЭЛЕКТР ЗАҚЫМДАНУЫНАН ҚОРҒАУДЫҢ ЖАЛПЫ ЗАУЫТТЫҚ ЖЕЛІСІНЕ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ

Жоғары сапалы болат өндірісінде ферроқорытпалар өте маңызды. Қазіргі уақытта болаттар құрылыс өнеркәсібінде, машина жасау өнеркәсібінде, автомобиль өнеркәсібінде, металл өндірісінде, электр жабдықтарында, тұрмыстық техникада және басқа салаларда қолданылады. Осыған сүйене отырып, болат балқыту өндірісі ферроқорытпа өнеркәсібінің жағдайына тікелей байланысты. Сондықтан ферроқорытпалар өндірілетін кентермиялық өндірістердің электр жабдықтарын релелік қорғау өзекті мәселе болып табылады. Мақалада бір фазалы рудотермиялық пеш трансформаторының бастапқы орамасындағы айналмалы тұйықталулардан, сондай-ақ оның қысқа желісінің құбырларының жұптарындағы үзілістер мен догалық тұйықталулардан жоғары сезімтал қорғаныс ұсынылады. Бұл қорғаныс екі магниттік ток трансформаторының (МТТ) көмегімен жүзеге асырылады. Сондай-ақ, бұл қорғаныс құрылысын екі МТТ-ға зауыттық кентермиялық өндіріс желісіне біріктіру ұсынылады. TREI-5B-05 өнеркәсіптік контроллеріне негізделген қорғаныс шкафы бір фазалы пеш трансформаторының бастапқы орамындағы айналмалы тұйықталудан, сондай-ақ қысқа желідегі үзілістер мен догалық тұйықталудан қорғауды жергілікті және қашықтан басқаруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Адам-машина интерфейсін жүзеге асыру үшін Delta DOP-AS38 HMI

панелін пайдалану ұсынылады, соның арқасында визуализация және жергілікті басқару жүзеге асырылады.

Кілтті сөздер: рудотермиялық пеш, пеш трансформаторы, қысқа желі, Шина пакеті, құбыр шиналары, өлшеу түрлендіргіші, магниттік Ток трансформаторы, Қорғаныс тізбектері, шкаф, контроллер.

**D. M. Rakhimberdinova¹, L. B. Tyulyugenova¹, M. T. Azamatov¹,
L. N. Yesmakhanova²*

¹Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

²Taraz Regional University named after M. H. Dulati,
Republic of Kazakhstan, Taraz

Received 01.05.24

Received in revised form 01.05.24

Accepted for publication 02.06.24

INTEGRATION INTO THE FACTORY-WIDE NETWORK OF PROTECTION OF ELECTRICAL EQUIPMENT OF ORE-THERMAL PRODUCTION ON TWO MTTs FROM ELECTRICAL DAMAGE

In the production of high-quality steel, ferroalloys are of paramount importance. Currently, steels are used in the construction industry, the machine-building industry, the automotive industry, the manufacture of metal products, electrical equipment, household appliances and other fields. Based on this, steelmaking production directly depends on the state of the ferroalloy industry. Therefore, relay protection of electrical equipment of ore-thermal industries where ferroalloys are produced is an urgent issue. The article proposes highly sensitive protection against winding circuits in the primary winding of a single-phase furnace transformer of ore-thermal production, as well as against breaks and arc circuits in pairs of pipes of its short network. This protection is implemented using two magnetic current transformers (MTT). It is also proposed to integrate this protection device on two MTTs into the plant-wide network of ore thermal production. The protection cabinet based on

the Trei-5B-05 industrial controller allows you to implement both local and remote control of protection against loop faults in the primary winding of a single-phase furnace transformer, as well as against breakages and arc circuits in a short network. To implement the human-machine interface, it is proposed to use the Delta DOP-AS38 HMI panel, thanks to which visualization and local management are performed.

Keywords: ore-thermal furnace, furnace transformer, short circuit, busbar package, pipe shafts, measuring converter, magnetic current transformer, protection circuits, cabinet, controller.