

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

№ 4 (2023)

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/SMUR2431>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *д.т.н., профессор*
Алиферов А.И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Кошеков К.Т., *д.т.н., профессор*
Приходько Е.В., *к.т.н., профессор*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD*
Омарова А.Р., *технический редактор*

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

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/OMUQ1901>

***Д. М. Рахимбердинова¹, А. Н. Новожилов²,
Е. Н. Колесников³, Т. А. Новожилов⁴**

¹Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

²Омский государственный технический университет,

Российская Федерация, г. Омск

e-mail: Di_lara83@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ КОРОТКОЙ СЕТИ РУДОТЕРМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА МАГНИТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ ТОКА

В мощных печах рудотермического производства величина тока в короткой сети достигает величины 35–150 кА. Поэтому в них вторичная обмотка печного трансформатора выполняется в виде изолированных друг от друга расщеплений, а шинный пакет короткой сети изготавливается из такого же числа пар трубошин. Все они присоединяются к печному трансформатору и электродам печи с помощью компенсаторов и гибких связей. При этом трубошины в шинном пакете размещаются бифилярно в шахматном порядке с воздушными промежутками 20-40мм. Поэтому основными электрическими повреждениями короткой сети являются дуговые замыкания (ДЗ) между трубошинами и разрывы в их цепях. Для защиты от ДЗ все трубошины защищаются при помощи изоляции токоведущих частей, которая в процессе эксплуатации печи разрушается под влиянием окружающей среды, и возникают условия для возникновения ДЗ, которое, способно разрушить шинный пакет. Разрывы являются следствием многочисленных перемещений элементов короткой сети под действием температуры и перемещения электродов в процессе эксплуатации. После возникновения такого разрыва ток в поврежденной паре трубошин становится равным нулю. Это приводит к увеличению тока в неповрежденных парах трубошин, их перегреву и резкому сокращению службы. Однако диагностика этого вида повреждений, как правило, осуществляется по косвенным признакам. Этих недостатков лишена

предложенная простая и дешевая токовая защита на двух магнитных трансформаторах тока (МТТ), которые следует размещать вне шинного пакета короткой сети.

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

Введение

В рудотермическом производстве передача электрической энергии от печного трансформатора 1 к электродам 2 печи осуществляется с помощью короткой сети по схеме, приведенной на рисунке 1, а. В соответствии с этим рисунком и [1-3] короткая сеть состоит из неподвижных элементов в виде шинного пакета 3 и подвижных элементов в виде компенсатора 4, гибких связей 5; системы башмаков и контактных щек [1-3].

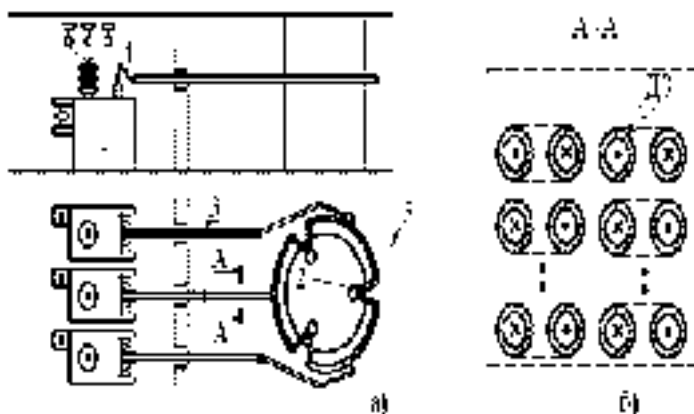


Рисунок 1 – Схемы расположения трубошин в шинном пакете (а) и расщепленной вторичной обмотки на трансформаторе (б)

Рабочие токи в короткой сети достигают порядка 35-150кА. В связи с этим вторичную обмотку печного трансформатора выполняют расщепленной, а число пар трубошин в шинном пакете, проводников компенсатора и гибких связей короткой сети принимают равным числу этих расщеплений. В связи с этим основными электрическими повреждениями в короткой сети являются возникновение разрывов в цепях расщеплений, которые располагаются в областях размещения их подвижных элементов, и дуговые замыкания (ДЗ) между трубошинами одного расщепления [2].

Практически всегда трубошины в шинном пакете размещаются бифилярно в шахматном порядке с воздушными промежутками 20-40мм [2]. Один из основных вариантов такого размещения трубошин в шинном пакете показан на рисунке 1,б. Из этого рисунка видно, что шинный пакет имеет два вертикальных ряда пар трубошин и G горизонтальных рядов. Направление тока в трубошинах этого шинного пакета обозначенное знаками (X) и (●). Такое размещение трубошин с токами в шинном пакете позволяет значительно снизить величину его магнитного поля от токов в нем. Что сопровождается снижением его индуктивного сопротивление и потерь электроэнергии в нем [1–3]. Именно из-за такого расположение трубошин в шинном пакете в нем возможно только ДЗ между трубошинами одного расщепления, которое обычно сопровождается увеличением тока в трубошинах примерно в два раза.

В настоящее время от ДЗ в шинном пакете с помощью наложения на все трубошины изоляции из нескольких слоев липкой стеклоткани [1,2]. Однако короткая сеть работает в условиях высоких температур, а также при наличии в воздухе большого количества угольной пыли и абразивных продуктов горения печи. В связи с этим под воздействием такой окружающей среды в процессе эксплуатации происходит интенсивное разрушение этой изоляции. В результате за счет возникновения проводящих мостиков из угольной пыли между трубошинами может произойти замыкание в паре трубошин и возникнуть электрическая дуга, которая при рабочих токах печи за доли секунды способна инициировать полное разрушение дорогостоящего шинного пакета. То есть своевременное отключение повреждения такого вида позволит значительно сократить размеры повреждения и стоимость ремонта.

Основным видом электрического повреждения подвижных элементов является возникновение в них разрыва. Такой разрыв может возникнуть за счет многочисленного изменения длины элементов короткой сети под действием температуры или при перемещении электродов в процессе эксплуатации электрической печи. Обычно после такого разрыва ток в поврежденной паре трубошин становится равным нулю. В тоже время при неизменном режиме работы рудотермической печи происходит значительное увеличение тока в неповрежденных парах трубошин. Это приводит к их перегреву с соответствующими последствиями. Однако контроль появления этого вида повреждений во время эксплуатации рудотермической печи в настоящее время не проводится.

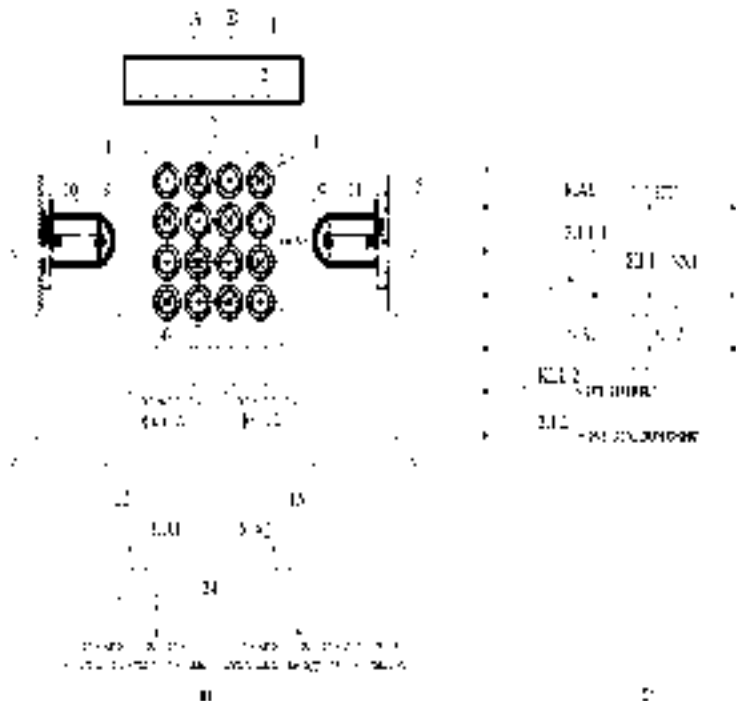
Материалы и методы

Глубокий анализ доступных источников информации показал, что для этих целей можно использовать токовые защиты, в которых в качестве измерительного преобразователя используется измерительный

преобразователь в виде одного магнитного трансформатора тока (МТТ) [4,5]. Защита токопровода с двумя трубошинами в вертикальных рядах от обрывов гибких связей и коротких замыканий в цепях расщеплений разработана в [5]. Ее работа основана на измерении магнитного поля шинного пакета. Для этого в [5] МТТ располагают относительно шинного пакета так, чтобы плоскость его измерительной катушки совпадала с горизонтальной плоскостью, проходящей через горизонтальную ось симметрии сечения шинного пакета. Такое устройство защиты способно быстро выявлять ДЗ и обрывы во всех элементах короткой сети, своевременно информировать персонал о виде повреждения и отключать печной трансформатор от сети. Однако чувствительность защиты с таким МТТ в значительной степени будет зависеть от места расположения пары трубошин, где произошло короткое замыкание или обрыв в их цепи, если шинные пакеты короткой сети имеют два вертикальных ряда трубошин при G горизонтальных рядов.

Уменьшения этой зависимости можно добиться, если в устройстве токовой защиты шинного пакета использовать измерительный преобразователь из двух МТТ. Расположение МТТ такой защиты относительно шинного пакета, их конструкция, а также схемы цепей защиты по переменному и постоянному оперативному току приведены на рисунках 2,а и 2,б соответственно.

МТТ измерительного преобразователя 5 защиты, также как и в [5], выполняются в виде плоских многовитковых катушек 8 и 9 помещаемых в электроизолирующие корпуса 10 и 11. В соответствии с рисунком 2 при реализации защиты их располагают симметрично относительно шинного пакета 4 короткой сети. При этом плоскость этих катушек совпадала с горизонтальной плоскостью, проходящей через горизонтальную ось симметрии сечения этого шинного пакета. Выводы 12 и 13 обмоток катушек МТТ 8 и 9 измерительного преобразователя 4 соединяются последовательно и присоединяются к реагирующему органу 14, выполненному в виде двух соединенных последовательно токовых реле КА1 и КА2 с разной величиной порога срабатывания.



- 1 – печной трансформатор; 2 – расщепление вторичной обмотка;
 3 – трубошины; 4 – шинный пакет; 5 – измерительный преобразователь; 6,
 7 – поврежденные трубошины; 8, 9 – плоские катушки МТТ;
 10, 11 – электроизолирующие корпуса МТТ; 12, 13 – выводы
 измерительного преобразователя; 14 – реагирующий орган; КА1 и КА2 –
 токовые реле реагирующего органа.

Рисунок 2 – Расположение магнитных трансформаторов тока и схема защиты токопровода короткой сети

Если МТТ измерительный преобразователь и шинный пакет изготовлены и установлены идеально, то при таком их взаимном расположении сумма ЭДС, индуцируемых в обмотках МТТ, будет равняться нулю [5]. Однако, на практике это не так. Изготовить и установить МТТ и шинный пакет идеально практически всегда не удастся. Поэтому на выходе обмоток МТТ появится небаланса $E_{нб}$. Под действием этой ЭДС в нормальных режимах работы в соответствии со схемой защиты по переменному току на рисунке

2,а в соединенных последовательно токовых реле КА1 и КА2 будет протекать ток небаланса, величину которого можно определить как

$$\dot{I}_{нб} = \dot{E}_{нб} / (Z_{МТТ} + Z_{ка1} + Z_{ка2}), \quad (1)$$

где $Z_{МТТ}$ – полное сопротивление МТТ; $Z_{ка1}$ и $Z_{ка2}$ – полное сопротивление реле КА1 и КА2.

Пороги срабатывания этих реле различны [5–8]. Токовое реле КА1 реагирующего органа предназначено для выявления обрыва цепи одной из пар трубошин. То есть оно не должно срабатывать в самом тяжелом нагрузочном режиме печи. Поэтому его порог срабатывания определяется как

$$I_{ср1} = I_{нб, \max} k_{отс}, \quad (2)$$

где $I_{нб, \max}$ – максимальное значение тока небаланса в нагрузочном режиме работы; $k_{отс}$ – коэффициент отстройки, принимаемый равным 1,1–1,3.

От броска тока намагничивания в этом случае защита не отстраивается, так как включение трансформатора в сеть производится с поднятыми электродами. При этом токи в короткой сети равны нулю. Однако для избежания ложной работы защиты при опускании электродов шихту используется задержка по времени с помощью реле тока КА1 (рисунок 2,б). Это вполне допустимо, так как задержка по времени не приводит к увеличению тяжести аварии.

Токовое реле КА2 реагирующего органа предназначено для защиты от ДЗ цепи одной из пар трубошин. В связи с этим оно не должно срабатывать при обрыве цепи в одной из пар трубошин и при опускании электродов шихту. В связи с этим его порог срабатывания выбирается как

$$I_{ср2} = I_{ср1} k_{отс}. \quad (3)$$

На рисунке 3 приведены зависимости величин ЭДС E_1 и E_2 , полученные при перемещении МТТ 10 и 11 измерительного преобразователя 5 вдоль вертикальной оси Y для случаев, когда отсутствуют повреждения в шинном пакете, при обрыве в цепи трубошин 6 и 7, а также при ДЗ между двумя этими трубошинами.

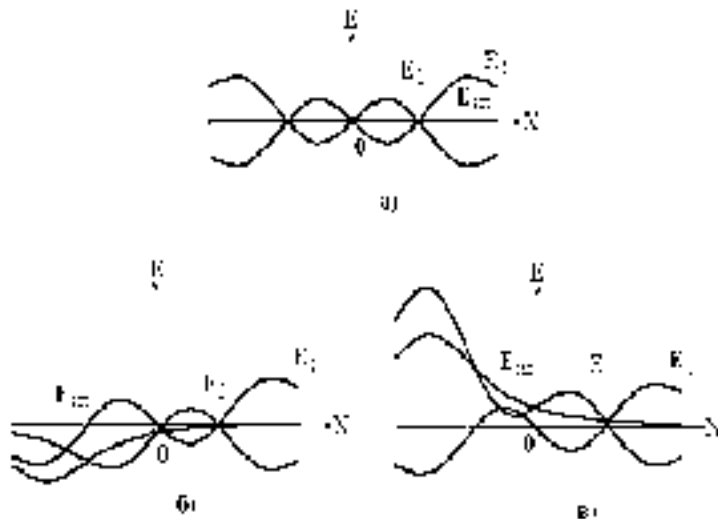


Рисунок 3 – Результаты моделирования составляющих магнитного поля пакета трубошин в нормальном режиме (а), при обрыве гибкой связи (б) и ДЗ в паре трубошин 6 и 7 (в)

Работает устройство защиты следующим образом. В нормальных режимах работы токопровода с рядным, бифилярным расположением в нем трубошин токи во всех трубошинах одинаковы по величине, а их направление соответствует тому, как показано на рисунке 2 [9–10].

В связи с этим, а также в соответствии с рисунком 3, а величины ЭДС E_1 и E_2 в катушках 8 и 9, лежащих на горизонтальной плоскости, проходящей через горизонтальную ось симметрии X, будут отличаться незначительно. При этом ЭДС $E_{инт}$ измерительного преобразователя 5, определяемая как сумма электродвижущих сил E_1 и E_2 в катушках элементов 8 и 9 будет равна ЭДС $E_{нб}$ небаланса. Поэтому в обмотках реле КА1 и КА2 протекает ток небаланса $I_{нб}$, который меньше порога срабатывания реле КА1, а следовательно и реле КА2. В связи с этим токовые реле КА1 и КА2, а также промежуточные реле КЛ1 и КЛ2 на рисунке 2, б находятся в исходном положении, а их контакты разомкнуты. Поэтому сигналы о наличии в короткой сети электрических повреждений отсутствуют.

При обрыве, например в цепи пары трубошин 6 и 7 токопровода в катушках 8 и 9 МТТ в соответствии с рисунком 3, б появятся разные по величине ЭДС E_1 и E_2 . В результате ЭДС $E_{инт}$ измерительного преобразователя 5, определяемая суммой этих ЭДС возрастет. И если при

этом ток в цепи токовых реле КА1 и КА2 тока превысит ток срабатывания токового реле КА1 I_{cp1} , то это реле сработает, и подаст напряжение на реле времени КТ. Через время срабатывания t_{cp} контакты КТ этого реле замкнутся, вызовут срабатывание промежуточного реле КЛ1, которое через контакт КЛ1.1 станет на самоудержание, а через контакт КЛ1.2 сформирует сигнал о наличии обрыва в шинном пакете короткой сети. После устранения обрыва поврежденной пары трубошины при нажатии на кнопку SX1 защита возвращается в исходное состояние.

При ДЗ, например между трубошинами 6 и 7 в катушках 8 и 9 МТТ в соответствии с рисунком 3, в появятся разные по величине ЭДС E_1 и E_2 , сумма которых вызовет в цепи токовых реле КА1 и КА2 ток. И если величина этого тока превысит ток срабатывания токового реле КА2, а именно величину I_{cp2} , то одновременно сработают реле КА1 и КА2. Однако поскольку реле КА1 выдает сигнал с выдержкой времени t_{cp} , а реле КА2 мгновенно, то контакты этого реле КА2 замкнутся и через промежуточное реле КЛ2 при помощи контакта КЛ2 сформируют сигнал на отключение печного трансформатора от сети.

Результаты и обсуждения

Таким образом, предлагаемое устройство токовой защиты рудотермического производства на МТТ способно защитить токопровод короткой сети с четырехрядным бифилярным расположением трубошин в вертикальных рядах в его шинном пакете, различая при этом виды повреждений, а также своевременно информировать персонал о появлении обрывов в короткой сети и отключать трансформатор при появлении ДЗ в ней. Что несомненно позволит значительно сократить как время, так и стоимость ремонта после аварии.

Информация о финансировании

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

Выводы

1 Основными электрическими повреждениями короткой сети рудотермического производства является обрывы в цепях пар трубошин и дуговые замыкания между ними.

2 Предложенная токовая защита короткой сети рудотермического производства на двух МТТ проста в установке и дешева из-за того, что МТТ размещаются вне шинного пакета. Это позволяет не только использовать ее для защиты шинного пакета с двумя вертикальными рядами пар трубошин и G горизонтальных рядов от электрических повреждений, но и с достаточной чувствительностью выявлять их, сигнализируя о возникновении обрыва или отключая трансформатор при появлении ДЗ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Данцис, Я. Б.** Короткие сети и электрические параметры дуговых электропечей / Я. Б. Данцис, Л. С. Кацевич, Г. М. Жилов, Н. Н. Митрофанов, В. Л. Розенберг, И.М. Черенкова. – М. : Metallurgia, 1987. – 320 с.

2 **Данцис, Я. Б.** Методы электротехнических расчетов руднотермических печей. – Ленинград : Изд-во Энергия, 1973. – 188 с.

3 **Смелянский, М. Я.** Короткие сети электрических печей / М.Я. Смелянский, Н.И. Бортничук. – Л. : Госэнергоиздат, 1962. – 96 с.

4 **Семчинов, А. М.** Токопроводы промышленных предприятий / А.М. Семчинов. – Л. : Энергоиздат, 1981. 88 с.

5 Иннов. пат. 2713204 РК. 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; опубл. 04.02.2020, Бюл. №4. – 5 с.

6 **Новожилов, А. Н., Новожилов, Т. А., Рахимбердинова, Д. М.** Защита короткой сети руднотермических печей // Электричество. – 2021. – № 5. – С. 33–38.

7 **Альтгаузен, А. П.** Электрооборудование и автоматика электротермических установок / А. П. Альтгаузен., М. Д. Бершитский, М.Я. Смелянский, В.М. Эдемский и др. – М. : Энергия, 1980. – 909 с.

8 **Засыпкин, А. С.** Релейная защита трансформаторов. М. : Энергоатомиздат, 1989. 240 с.

9 **Новожилов, А. Н., Новожилов, Т. А., Рахимбердинова, Д. М.** Моделирование токов при электрических повреждениях в обмотках печного однофазного трансформатора с расщепленной вторичной обмоткой // Электротехника. – 2020. – № 6. – С. 58–63.

10 **Бессонов, Л. А.** Теоретические основы электротехники. – М. : Изд-во Высшая школа, 1967. – 775 с.

REFERENCES

1 **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.

2 **Dancis, YA. B.** Metody elektrotekhnicheskikh raschetov rudnotermicheskikh pechej [Methods for electrical calculations of ore-thermal furnaces]. – Leningrad : Izd-vo Energiya, 1973. – 188 p.

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

4 **Semchinov, A. M.** Tokoprovody promyshlennyh predpriyatij [Conductors of industrial enterprises] / A. M. Semchinov. – Energoizdat, 1982. – 208 p.

5 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; publ. 04.02.2020, Byul. № 4. – 5 p.

6 **Novozhilov, A. N., Novozhilov, T. A., Rahimberdinova, D. M.** Zashchita korotkoj seti rudnotermicheskikh pechej // Elektrichestvo. – 2021. – № 5. – P. 33–38.

7 **Al'tgauzen, A. P.** Elektrooborudovanie i avtomatika elektrotermicheskikh ustanovok / A. P. Al'tgauzen., M. D. Bershitskij, M.YA. Smelyanskij, V. M. Edemskij i dr. – Moscow : Energiya, 1980. – 909 p.

8 **Zasypkina, A. S.** Relejnaya zashchita transformatorov. Moscow : Energoatomizdat, 1989. – 240 p.

9 **Novozhilov, A. N., Novozhilov, T. A., Rahimberdinova, D. M.** Modelirovanie tokov pri elektricheskikh povrezhdeniyah v obmotkah pechnogo odnofaznogo transformatora s rasshcheplennoj vtorichnoj obmotkoj // Elektrotehnika. – 2020. – № 6. – P. 58–63.

10 **Bessonov, L.A.** Teoreticheskie osnovy elektrotehnik [Theoretical foundations of electrical engineering]. – Moscow : Izd-vo Vysshaya shkola, 1967. – 775 p.

Принято к изданию 28.11.23.

**Д. М. Рахимбердинова¹, А. Н. Новожилов², Е. Н. Колесников³,
Т. А. Новожилов⁴*

^{1,2,3}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²Омбы мемлекеттік техникалық университеті,

Ресей Федерациясы, Омбы қ.

Басып шығаруға 28.11.23 қабылданды.

МАГНИТТІК ТОК ТРАНСФОРМАТОРЛАРЫНДА КЕН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТІҢ ҚЫСҚА ЖЕЛІСІНІҢ ТОК ҚОРҒАНЫСЫН ЖЕТІЛДІРУ

*Рудоотермиялық өндірістің қуатты пештерінде қысқа
желідегі ток мөлшері 35–150К шамасына жетеді. Сондықтан
оларда пеш трансформаторының қайталама орамасы бір-бірінен*

оқшауланған бөліністер түрінде орындалады, ал қысқа желінің Шина пакеті бірдей жұп құбырлардан жасалады. Олардың барлығы пеш трансформаторы мен пеш электродтарына компенсаторлар мен икемді байланыстар арқылы қосылады. Бұл ретте Шина пакетіндегі құбыршектен 20–40 мм ауа аралықтарымен шахмат тәртібімен бифилярлы түрде орналастырылады. Сондықтан қысқа желінің негізгі электрлік зақымдануы-құбырлар арасындағы доғалық тұйықталу (ДЗ) және олардың тізбектеріндегі үзілістер. ЖҚ - дан қорғау үшін барлық құбырлар ток өткізгіш бөліктерді оқшаулау арқылы қорғалады, ол пешті пайдалану кезінде қоршаған ортаның әсерінен жойылады және шина пакетін бұзуға қабілетті ЖҚ пайда болуы үшін жағдайлар туындайды. Үзілістер температураның әсерінен қысқа желі элементтерінің көптеген қозғалыстарының және жұмыс кезінде электродтардың қозғалысының салдары болып табылады. Мұндай үзіліс пайда болғаннан кейін зақымдалған құбырлар жұбындағы ток нөлге айналады. Бұл құбырлардың бүтін жұптарында токтың жоғарылауына, олардың қызып кетуіне және қызметтің күрт төмендеуіне әкеледі. Алайда, зақымданудың бұл түрін диагностикалау, әдетте, жанама белгілермен жүзеге асырылады. Бұл кемшіліктер екі магниттік ток трансформаторында (МТТ) ұсынылған қарапайым және арзан ток қорғанысынан айырылған, оларды қысқа желілік Шина пакетінен тыс орналастыру керек.

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

*D. M. Rakhimberdinova¹, A. N. Novozhilov², E. N. Kolesnikov³,

²T. A. Novozhilov⁴

¹Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

²Omsk State Technical University, Russian Federation, Omsk.

Accepted for publication on 28.11.23

IMPROVEMENT OF CURRENT PROTECTIONS OF THE SHORT NETWORK OF ORE THERMAL PRODUCTION ON MAGNETIC CURRENT TRANSFORMERS

In powerful furnaces of ore-thermal production, the current in a short network reaches a value of 35–150kA. Therefore, in them, the secondary winding of the furnace transformer is carried out in the form of splits

isolated from each other, and the bus package of the short network is made of the same number of pairs of pipes. All of them are connected to the furnace transformer and furnace electrodes using compensators and flexible connections. At the same time, the tubewalls in the tire package are placed bifilarly in a staggered order with air gaps of 20–40mm. Therefore, the main electrical damages of the short network are arc closures (DZ) between the pipe shafts and breaks in their circuits. To protect against DZ, all pipe shafts are protected by means of insulation of current-carrying parts, which during the operation of the furnace is destroyed under the influence of the environment, and conditions arise for the occurrence of DZ, which is capable of destroying the tire package. Breaks are the result of numerous movements of the elements of the short network under the influence of temperature and the movement of the electrodes during operation. After the occurrence of such a gap, the current in the damaged pair of tubewells becomes zero. This leads to an increase in the current in undamaged pairs of pipes, their overheating and a sharp reduction in service life. However, the diagnosis of this type of damage is usually carried out by indirect signs. The proposed simple and cheap current protection on two magnetic current transformers (MTT), which should be placed outside the bus package of the short network, is devoid of these disadvantages.

Keywords: ore-thermal furnace, furnace transformer, short network, busbar package, pipe rods, measuring converter, magnetic current transformer, protection circuits.

Теруге 28.11.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.12.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4175

Сдано в набор 28.11.2023 г. Подписано в печать 29.12.2023 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4175

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz