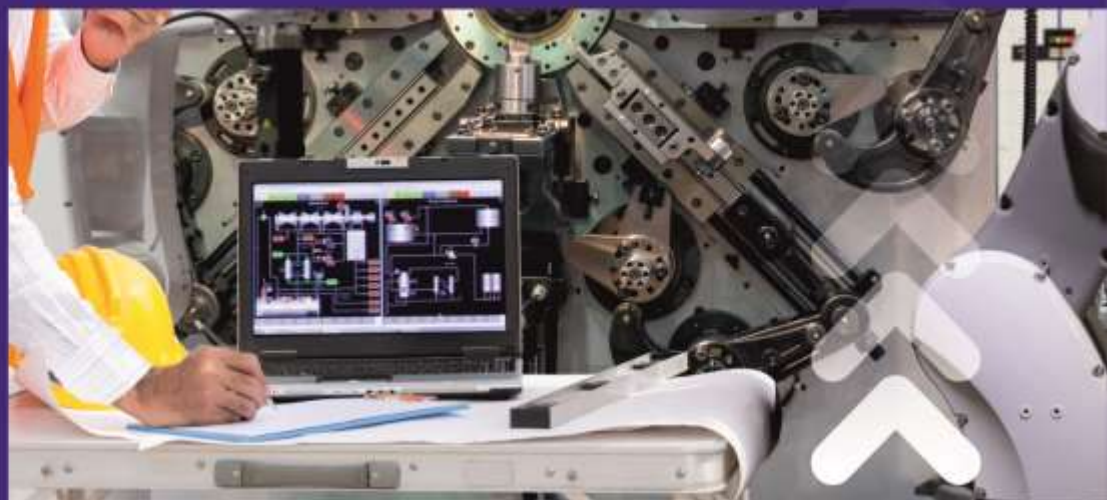


ИНТЕРНАУКА
internauka.org

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО МАТЕРИАЛАМ
LXVII МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ



№12(62)

ISSN 2587-862X

Москва, 2022



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

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

№ 12 (62)
Декабрь 2022

Издается с июля 2017 года

Москва
2022



TECHNICAL SCIENCES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Proceedings of LXVII international scientific-practical conference

№ 12 (62)
December 2022

Published since July 2017

Moscow
2022

УДК 62
ББК 30
Т38

Т38 Технические науки: проблемы и решения. сб. ст.
по материалам LXVII междунар. науч.-практ. конф. – № 12 (62). –
М., Изд. «Интернаука», 2022. – 84 с.

Оглавление

Доклады конференции на русском языке	7
Секция 1. Информатика, вычислительная техника и управление	7
МНОЖЕСТВЕННЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В МОДЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ Борисюк Фёдор Александрович	7
СРАВНЕНИЕ ПРОТОКОЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ Вашкевич Максим Александрович	14
ПОДХОДЫ К ВЕРИФИКАЦИИ СОБСТВЕННОРУЧНОЙ ПОДПИСИ Мискевич Павел Леонидович	18
Секция 2. Машиностроение и машиноведение	23
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАЦИЙ НА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ Ковалев Сергей Валерьевич Перминов Александр Павлович	23
Секция 3. Приборостроение, метрология, радиотехника	30
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАФИКА ПРИЛОЖЕНИЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АВАТАРОВ Демидов Николай Александрович	30
Секция 4. Транспорт и связь, кораблестроение	37
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ SRS AIRBAG, КАК ЭЛЕМЕНТА ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, НА ПРИМЕРЕ ЯПОНСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ TOYOTA Козлюк Никита Юрьевич Володькин Павел Павлович	37

Секция 5. Электротехника	43
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСФОРМАТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАССЕЙЯНИЯ ОБМОТОК Колесников Евгений Николаевич Рахимбердинова Дилара Муратовна	43
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОРОТКИХ СЕТЕЙ НА РУДОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ Рахимбердинова Дилара Муратовна Колесников Евгений Николаевич	48
Секция 6. Энергетика и энергетические техника и технологии	57
АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ Антропов Ярослав Алексеевич Кретов Дмитрий Алексеевич	57
ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБОРА ТЕПЛОУЧИСЛИТЕЛЬ СПТ-941.20 Горбачев Иван Владимирович Быков Дмитрий Николаевич Петров Сергей Петрович Маркин Николай Иванович Никитенко Ольга Сергеевна	67
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ КРИТЕРИАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ САМО-ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (С-ВИЭ) В УСЛОВИЯХ АБХАЗИИ Кимкетов Эдуард Майевич	70
ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОУЧИСЛИТЕЛЯ ВКТ-9 Кирпичёв Иван Сергеевич Гузенко Кирилл Павлович Петров С.П. Маркин Н.И. Никитенко О.С.	75

Conference papers in English	79
Section 1. Metallurgy and material science	79
THE MACROSCOPIC MORPHOLOGY OF WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURED AL-5MG ALLOYS	79
Chuanc Su	
Lei Huang	
Sergey Kononov	

ДОКЛАДЫ КОНФЕРЕНЦИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

СЕКЦИЯ 1.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

МНОЖЕСТВЕННЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО- РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В МОДЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Борисюк Фёдор Александрович

*магистрант,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь, г. Минск*

MULTIPLE CORRELATION-REGRESSION ANALYSIS IN TIME SERIES FORECASTING MODELS

Fiodor Borisiuk

*Undergraduate,
Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics,
Belarus, Minsk*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен множественный корреляционно-регрессионный анализ временных рядов, и один из методов его выполнения, а также способ его применения при прогнозировании временных рядов. Выявлен оптимальный алгоритм выполнения МЛКРА для формирования набора данных временных рядов для дальнейшей их аппроксимации и прогнозирования.

5. Novozhilov A.N., Novozhilov T.A., Volgina E.M., Kolesnikov E.N. et al. Magnetic field scattering of a transformer winding on a round rod for a safety relay // Russian Engineering Research. – 2020. – №9. – P. 710-714.
6. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1967. – 775 с.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОРОТКИХ СЕТЕЙ НА РУДОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Рахимбердинова Дилара Муратовна

*постдокторант кафедры
«Электротехника и автоматизация,
Доктор PhD «Электроэнергетика»,
НАО «Торайгыров университет»,
Республика Казахстан, г. Павлодар*

Колесников Евгений Николаевич

*постдокторант кафедры
«Электротехника и автоматизация,
доктор PhD «Электроэнергетика»,
НАО «Торайгыров университет»,
Республика Казахстан, г. Павлодар*

*Это исследование было профинансировано
Комитетом по науке Министерства образования и науки
Республики Казахстан грант ИРН АР14972775.*

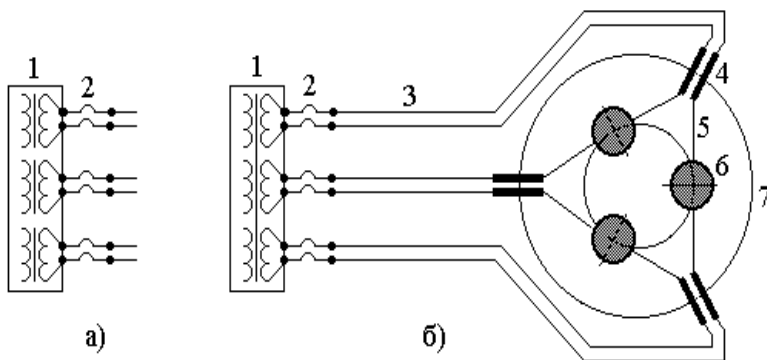
АННОТАЦИЯ

Для создания защиты электрооборудования рудотермического производства от электрических повреждений необходим анализ конструктивных особенностей всего электрооборудования. Поскольку короткая сеть является одним из важных элементов комплекса «рудотермическая печь», на которой часто происходят электрические повреждения, в статье рассматривается многообразие коротких сетей, схемы их подключения, а также ее составные части. На основе анализа конструктивных особенностей коротких сетей рудотермических производств, анализа частоты возникновения коротких замыканий и обрывов в параллельных линиях, а также анализа методов защиты от этих повреждений в дальнейшем возможна разработка или совершенствование защит коротких сетей от электрических повреждений.

ABSTRACT

In order to protect the electrical equipment of the ore-thermal production from electrical damage, an analysis of the structural features of all electrical equipment is necessary. Since the short network is one of the important elements of the rudothermic furnace complex, where electrical damage often occurs, the article discusses the variety of short networks, their connection schemes, as well as its components. Based on the analysis of the structural features of short networks of ore-thermal industries, the analysis of the frequency of short circuits and breaks in parallel lines, as well as the analysis of methods of protection against these damages, it is possible to develop or improve the protection of short networks from electrical damage in the future.

Короткая сеть является важным элементом комплекса «рудотермическая печь». Этим элементом называют совокупность проводников, соединяющих печной трансформатор с электродами. Сюда входит также система изоляции, охлаждения и крепления этих проводников. Короткая сеть состоит из компенсаторов, шинного пакета, гибких связей, а также системы башмаков, контактной щетки и электродов. Пример схемы короткой сети приведен на рисунке 1, где 1 – печной трансформатор в камере; 2 – компенсатор; 3 – шинный пакет; 4 – система башмаков и контактной щетки; 5 – гибкие связи; 6 – электроды; 7 – рудотермическая печь.



а – схема с несимметричной короткой сетью с группой однофазных трансформаторов; б – схема с несимметричной короткой сетью с одним трехфазным трансформатором

Рисунок 1. Схема несимметричной короткой сети трехэлектродной, круглой рудотермической печи

Вариантов конфигураций коротких сетей рудотермических печей – множество [1]. Существуют схемы коротких сетей для печей малой, средней и большой мощности, для расположения в вертикальной и горизонтальной плоскости, для круглых и прямоугольных трехэлектродных и шестиэлектродных печей и так далее. На сегодняшний день не существует установленных норм и правил по выбору определенного типа печи или схемы короткой сети. Однако наибольшее распространение получили круглые трехэлектродные печи, оснащенные короткими сетями со схемой соединения «треугольник на электродах». В свою очередь в данной конфигурации короткой сети целесообразно выделить три основных варианта:

- схема с несимметричной короткой сетью с одним трехфазным трансформатором, представленная на рисунке 1б;
- схема с несимметричной короткой сетью с группой однофазных трансформаторов, представленная на рисунке 1а;
- схема с симметричной короткой сетью с группой однофазных трансформаторов, представленная на рисунке 2.

Число возможных схем короткой сети достаточно ограничено [2]. Согласно [1, с. 18] наиболее простой является схема питания у однофазных печей, так как для них используется однофазный силовой трансформатор и короткая сеть с минимальными активным и реактивным сопротивлениями.

Иногда вместо одного трёхфазного трансформатора устанавливают три однофазных трансформатора с несимметричными шинными пакетами или с симметрично расположенными фазами, когда камеры трансформаторов располагаются вокруг печи под углом 120° [1, с. 18].

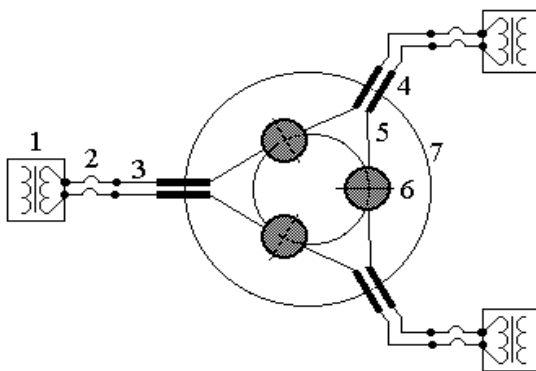


Рисунок 2. Схема симметричной короткой сети (треугольник на электродах) трехэлектродной, круглой рудотермической печи

Схема рисунка 2 иллюстрирует симметричное расположение однофазных трансформаторов вокруг печи. У такой схемы электрические параметры фаз симметричны и обладают наименьшим реактивным сопротивлением жестких пакетов. Однако при этом требуется прокладка линии высокого напряжения внутри цеха. В то же время камеры трансформаторов занимают значительное место и затрудняют обслуживание печи [3]. Данная схема используется на фосфорных электропечах. Протяженность короткой сети, изображенной на рисунке 2, невелика, и электрические повреждения в ней происходят редко. Поэтому далее эта конфигурация симметричной короткой сети с точки зрения защиты от повреждений не рассматривается.

Чаще всего компенсаторы выполняют в виде гибких медных лент. Они соединяют выводы низшего напряжения электропечного трансформатора с неподвижной частью короткой сети. Неподвижная часть короткой сети представляет собой трубчатый или шинный пакет. Гибкие ленты компенсатора компенсируют изменения линейных размеров проводников неподвижной части короткой сети. Колебания этих линейных размеров возникают при колебании их температуры, что позволяет ликвидировать механические нагрузки на систему уплотнений выводов низшего напряжения электропечного трансформатора [2, с. 6]. Таким образом, компенсаторы выполняют две основные функции [2, с. 91]:

- 1) облегчают установку шин или труб пакета жесткого участка токопровода, учитывая наличие погрешностей проектных размеров при изготовлении;

- 2) разгрузка выводов трансформатора от дополнительных механических нагрузок, которые возникают в результате термических расширений жесткого участка токопровода в эксплуатационном режиме печи.

Самой длинной и самой напряженной неподвижной частью короткой сети рудотермических электропечей является шинный пакет [2, с. 6].

В связи с тем, что наибольшая повреждаемость происходит на этом участке, рассмотреть эту часть короткой сети следует более подробно. Шинный пакет выполняют в виде пакета из плоских шин или трубошин. Пример схемы соединения печного трансформатора и электродов печи посредством трубошин приведен на рисунке 3.

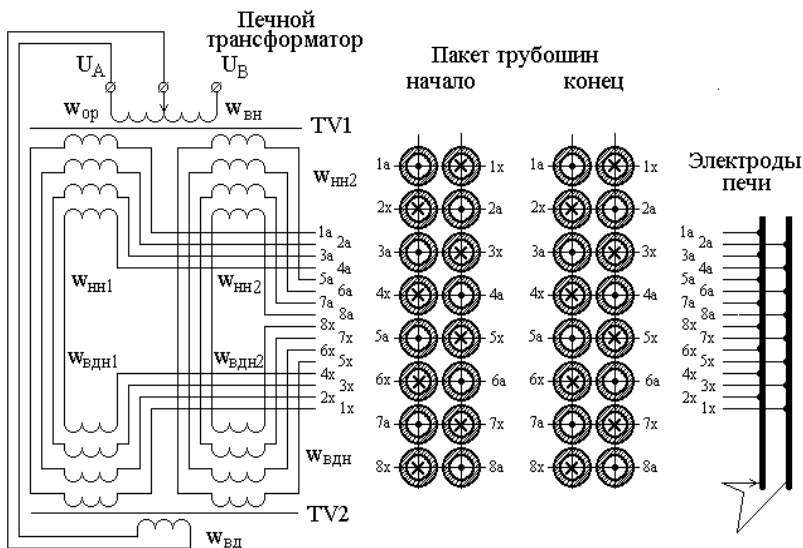


Рисунок 3. Схема соединения печного трансформатора и электродов печи посредством трубошин

На этом рисунке 3 обмотки трансформаторов обозначены следующим образом:

- $W_{вн}$ – обмотка высокого напряжения главного трансформатора;
- $W_{ор}$ – обмотка регулирования главного трансформатора с пятнадцатью отводами;
- $W_{нн1}$ и $W_{нн2}$ – расщепленные обмотки низкого напряжения главного трансформатора;
- $W_{вд}$ – обмотка высокого напряжения вольтодобавочного трансформатора;
- $W_{вдн1}$ и $W_{вдн2}$ – расщепленные обмотки низкого напряжения вольтодобавочного трансформатора.

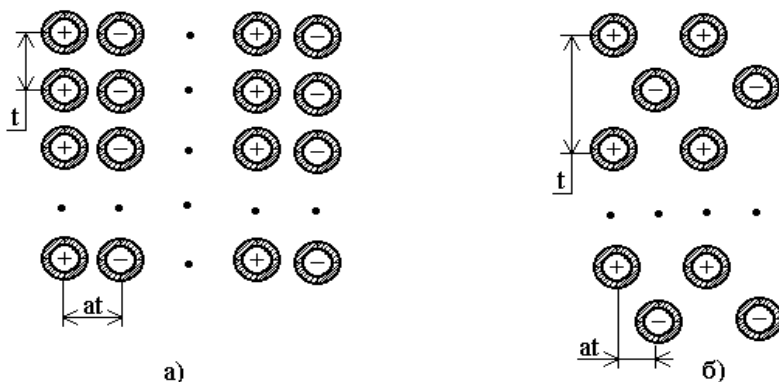
Как правило, шинный пакет из прямоугольных шин имеет естественное охлаждение, а пакет из трубошин охлаждается водой. При такой его конструкции шинный пакет имеет малое активное сопротивление и значительное реактивное. Что в основном и определяет КПД и электрические характеристики комплекса «рудотермическая печь». Большое реактивное сопротивление шинного пакета, а, следовательно, и

короткой сети в целом, определяет рост падения напряжения между питающими трансформаторами и печью. Что, несомненно, приводит к росту перегрузки сети и необходимости компенсации большой реактивной мощности. В связи с этим возникает необходимость использования таких конструкций шинных пакетов, которые позволяют снизить величину индуктивного сопротивления [4].

Известно, что трубошины в отличие от прямоугольных шин обладают повышенной индуктивностью. Несмотря на это они пользуются большей популярностью из-за возможности использования водяного охлаждения. Что позволяет использовать рудотермические печи большой мощности.

Изготавливают эти шинные пакеты в основном из меди. Были попытки применения трубошин из алюминиевого сплава. Однако такие конструкции не получили широкого применения в связи сложностью их изготовления.

В схемах «треугольник на электродах», приведенных на рисунках 1 и 2, коммутация проводников короткой сети осуществляется на электродах. При этом токи в проводниках короткой сети имеют противоположные направления. Такое расположение проводников в шинном пакете называется бифилярным и в значительной мере компенсирует магнитные потоки и существенно снижает реактивное сопротивление короткой сети. Практически бифилярности проводников добиваются путем определенного расположения их в шинном пакете. На рисунке 4 приведено несколько вариантов такого расположения проводников.



а – шинный пакет коридорного типа; б – шинный пакет шахматного типа

Рисунок 4. Варианты перешихтовки трубчатых пакетов для схем короткой сети «треугольник на электродах»

Конструкция шинного пакета, как правило, определяется [3, с. 104]:

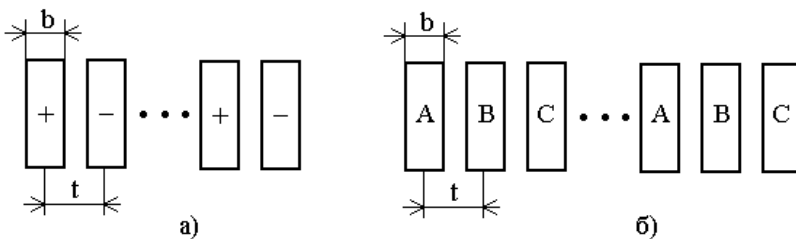
- внешним диаметром и толщиной стенки трубчатого проводника,
- методом их размещения;
- расстоянием между осями проводников в горизонтальной плоскости t и между осями трубошин в вертикальной плоскости at ;
- количеством проводников в горизонтальных и вертикальных рядах;
- длиной фаз шинного пакета l_1, l_2, l_3 .

По условиям изоляции расстояние между трубами в шинном пакете должно быть не менее 25 мм [2, с. 109]. При этом трубы разной полярности могут располагаться в коридорном или шахматном порядке.

Конструкция шинного пакета коридорного типа показана на рисунке 4. Она более дешева и проста в исполнении. Конструкция с шахматным расположением трубошин показана на рисунке 4б. Она сложнее в изготовлении и дороже, но имеет более низкое индуктивное сопротивление. Несмотря на преимущества шахматного расположения, на практике чаще применяются коридорное расположение труб.

Наибольшее применение получили двухрядные и четырехрядные бифилярные пакеты коридорного типа. Согласно [2, с. 69] четырехрядный пакет имеет чередующиеся ряды труб разной полярности или два средних ряда одной полярности. Первый и второй варианты пакетов равнозначны, а их выбор зависит от удобства присоединения труб пакета к смежным элементам токопровода.

Прямоугольные шинные пакеты имеют естественное охлаждение. Поэтому их применяют только в условиях незначительного тепловыделения токопровода рудотермической печи [2, с. 62]. Возможные варианты перешихтовки прямоугольного шинного пакета для соединения «треугольник на электродах» показаны на рисунках 5а и 5б. Перешихтовка прямоугольных шин подразумевает чередование проводников разной полярности как на рисунке 5а, или полуфаз как на рисунке 5б.



а – чередование проводников разной полярности;
 б – чередование полуфаз

Рисунок 5. Конфигурации сечений шинного пакета

Упрощенное изображение элемента короткой сети представлено на рисунке 6.

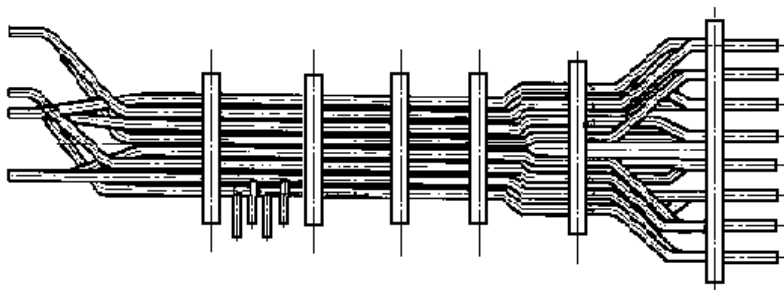


Рисунок 6. Элемент короткой сети

Шинный пакет короткой сети к электродам рудотермической печи присоединяется с помощью пакета гибких связей, системы башмаков и контактных щек.

Неподвижные башмаки связывают шинный пакет с пакетом гибких связей и передают ток от проводников шинного пакета к гибким проводникам короткой сети. Выполняются неподвижные башмаки из медных шин с естественным охлаждением или из медных досок с водяным охлаждением [2, с. 65].

Пакет гибких связей в виде голых кабелей с водяным охлаждением или гибких лент с естественным охлаждением связывает неподвижный башмак с подвижным башмаком. В случаях малой нагрузки для этих целей могут использоваться изолированные кабели с естественным охлаждением. Просты в изготовлении и надежны в эксплуатации

голые медные кабели [2, с. 83]. Следует добавить, что на гибких связях иногда могут устанавливаться закоротки.

Подвижный башмак передает ток от пакета гибких связей к электрододержателю. Затем он через контактные щеки электрододержателей передается к электродам.

Вывод

Основная особенность пакета короткой сети заключается в том, что она состоит из нескольких изолированных друг от друга линий, соединяющих расщепленную обмотку печного трансформатора и электроды печи.

Список литературы:

1. Богданов С.П. Расчет руднотермических печей: метод. указ. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 38 с.
2. Данцис Я.Б., Кацевич Л.С., Жилов Г.М. и др. Короткие сети и электрические параметры дуговых электропечей. – М.: Металлургия, 1987. – 320 с.
3. Алиферов А.И., Бикеев Р.А., Горева Л.П. и др. Исследование электрических параметров шихтованных пакетов мощных электротехнологических установок // Электротехника, электромеханика и электротехнологии: сб. науч. тр. – Новосибирск, 2014. – С. 103-110.
4. Ярымбаш Д.С., Ярымбаш С.Т., Килимник И.М. Идентификация электрических параметров шихтованных шинных пакетов мощных коротких сетей // Электротехника та електроенергетика. – 2012. – №2. – С. 55-61.