

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ШМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 1811-1858

№ 2 (2020)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВОО постановке на учет, переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 17022-Ж

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

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

Подписной индекс – 76136

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Нефтисов А. В., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Шапкенов Б. К., *к.техн.н., профессор***Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Боровиков Ю. С., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
 Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Говорун В. Ф., *д.т.н., профессор*
 Бороденко В. А., *д.т.н., профессор*
 Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
 Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
 Марковский В. П., *к.т.н., доцент*
 Хацевский В. Ф., *д.т.н., профессор*
 Шокубаева З. Ж., *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 ПГУ» обязательна

МАЗМҰНЫ

Абишев К. К., Итыбаева Г. Т., Касенов А. Ж., Мусина Ж. К., Таскарина А. Ж.	
Элеватордың негізгі түйіндердің ресурстық энергия тиімділігін арттыру	15
Айбульдинов Е. К., Петров М. С., Салихов Р. М., Бектұрғанов Н. С., Набиев М. А.	
Синтетикалық мұнай, газ, кокс және энергия ала отырып, жанғыш тақтатастарды, төмен сұрыпты көмірді және қатты тұрмыстық қалдықтарды өңдеу технологиясы	26
Алдамжаров К. Б., Кошекеев К. Т., Пирманов И. А.	
Адаптивті басқару алгоритмімен робот-манипуляторларды зерттеу	37
Амиров А. Ж., Дінмұхаммедұлы Д.	
Жеке кодтауға арналған қысқа кері байланыс циклі	43
Балабаев О. Т., Саржанов Д. К., Абишев К. К., Молдабаев Б. Г., Жексенбаев Е. С.	
Конвейер пластиналарының бекіту түйіндерінің кернеулі-деформацияланған күйін зерттеу	52
Балгабеков Т. К., Айдарбек Ә. О., Кошмаганбетова А. С., Байғужина Г. Н.	
Дизельдердегі газдинамикалық процестер және олардың сипаттамаларын жақсарту бойынша зерттеу жұмыстары	59
Бартенева А. И., Султангузин И. А., Яворовский Ю. В., Алимгазин А. Ш., Калякин И. Д.	
Жылу трансформаторларын қызметті қолдану жылу электроцентралығы жұмысының энергия және экологиялық тиімділігін арттыру үшін	71
Бергузинов А. Н., Аскербекеев С. К., Толенова А. У.	
TiN жұқа пленкаларының қалыңдығының механикалық сипаттамаларға әсерін зерттеу	80
Брейдо И. В., Булатбаева Ю. Ф., Оразгалиева Г. Д.	
Болжау моделінің бастапқы деректерін анықтау үшін күнделік металлургиялық өндірістердің профилінің талдауы	88
Глазырин А. И., Глазырин С. А., Достияров А. М., Ержанов К. Ш., Айдымбаева Ж. А., Беспяева М. С.	
ЖЭО-да қоқыс шығаратын судың таралуы арқылы күкіртті оксидтердің эмиссиясын азайту	98
Глазырин С. А., Глазырин А. И., Достияров А. М., Ержанов К. Ш., Айдымбаева Ж. А., Беспяева М. С., Советай К. Ж., Асанова Д. С.	
Қоршаған ортаға биоэнергетикалық қондырғылардың қоршаған ортаға әсері	110
Глуценко Т. И., Бедыч Т. В.	
Жел энергетикалық қондырғылардың қуатын тұрақтандыру	118

Смайлов Н. К., Көшкінбаев С. Ж., Кошкинбаева М. Ж., Адыбаев Ж. Б.
 Оптикалық қуатты трансформаторлардың функционалдық мүмкіндіктерін зерттеу және оптикалық ток пен кернеу трансформаторларын математикалық модельдеу394

Сүлейменов И. Э., Байпақбаева С. Т., Копишев Э. Е., Евстифеев В. Н., Мун Г. А.
 Дезинфекция және ауаны тазартуға арналған радиотехникалық жүйелердің скалярлық теориясы402

Таткеева Г. Г., Марковский В. П., Утегулов А. Б., Кошкин И. В., Байзакова М. Б.
 Кернеуі 1000В дейінгі оқшауланған бейтарап желілерде симметриялы режимдер кезінде жанасу кернеуін анықтау әдісі418

Таткеева Г. Г., Утегулов А. Б., Марковский В. П., Кошкин И. В., Ромазанов О. М.
 1000 В-тан жоғары дауыспен симметриялық желінде тігіндің дауысы тиісін анықтау әдісін дамыту425

Умышев Д. Р., Достияров А. М., Дуйсенбек Ж. С., Яманбекова А. К., Мусаева Ж. К.
 Бұрыштық тұрақтандырғыштар тобының жану процестеріне отын берудің әртүрлі нұсқаларын эксперименттік зерттеу431

Файз Н. С., Сатаев М. И., Азимов А. М., Бердалиева А. А., Никонов О. Я.
 Жоғарғы кернеулі электр желілерінде электр өрісінің канцерогендік қаупі448

Федянин В. Я., Умурзакова А. Д., Жумагажинов А. Т.
 Биогаз өндірісінде ультрадыбыстық технологияларды қолдану тиімділігі461

Хамзина Б. Е., Мендыбаев С. А., Наурызбаев К. К., Сағындық Ә. Б.
 Сир Carbon бағдарламасында сымсыз желіні үлгілеу468

Хамзина Ш. Ш., Хлущевская О. А., Сулейменов О.
 Павлодар қаласында нөсерлі кәріз жүйесін жетілдіру477

Хацевский В. Ф., Хацевский К. В., Гоненко Т. В.
 Кенді қалпына келтіретін электр пештерін пайдалану кезінде энергияны үнемдеу484

Швец О. Я., Баталова М. Е.
 Эстетикалық стоматологиядағы тіс түсін таңдаудың автоматтандырылған жүйесі492

Авторларға арналған ережелер503

Жарияланым этикасы509

СОДЕРЖАНИЕ

Абишев К. К., Итыбаева Г. Т., Касенов А. Ж., Мусина Ж. К., Таскарина А. Ж.
 Повышение ресурсо-энергоэффективности основных узлов элеватора ... 15

Айбульдинов Е. К., Петров М. С., Салихов Р. М., Бектурганов Н. С., Набиев М. А.
 Технология переработки горючих сланцев, низкосортных углей и твердых бытовых отходов с получением синтетической нефти, газа, кокса и энергии26

Алдамжаров К. Б., Кошекков К. Т., Пирманов И. А.
 Исследование роботов-манипуляторов с адаптивным алгоритмом управления37

Амиров А. Ж., Динмухаммедулы Д.
 Короткая петля обратной связи для соло-кодинга43

Балабаев О. Т., Саржанов Д. К., Абишев К. К., Молдабаев Б. Г., Жексенбаев Е. С.
 Исследование напряженно-деформированного состояния крепежных узлов пластин конвейера52

Балгабеков Т. К., Айдарбек Ә. О., Кошмаганбетова А. С., Байгужина Г. Н.
 Газодинамические процессы в дизелях и исследовательские работы по улучшению их характеристик59

Бартенев А. И., Султангузин И. А., Яворовский Ю. В., Алимгазин А. Ш., Калякин И. Д.
 Применение абсорбционных трансформаторов теплоты для повышения энергетической и экологической эффективности работы теплоэлектроцентрали71

Бергузинов А. Н., Аскербеков С. К., Толенова А. У.
 Исследование влияния толщины тонких пленок TiN на механические характеристики80

Брейдо И. В., Булатбаева Ю. Ф., Оразгалеева Г. Д.
 Анализ суточного профиля нагрузок металлургического производства для определения исходных данных прогнозирующей модели88

Глазырин А. И., Глазырин С. А., Достияров А. М., Ержанов К. Ш., Айдымбаева Ж. А., Беспалева М. С.
 Снижение выбросов оксидов серы на ТЭС за счет утилизации сточных вод98

Глазырин С. А., Глазырин А. И., Достияров А. М., Ержанов К. Ш., Айдымбаева Ж. А., Беспалева М. С., Советай К. Ж., Асанова Д. С.
 Снижение экологического воздействия биоэнергетических установок на окружающую среду110

Глуценко Т., Бедыч Т. Стабилизация мощности ветроэнергетических установок	118
Достияров А. М., Садыкова С. Б., Яманбекова А. К., Картджанов Н. Р. Изотермическое исследование влияния угла закрутки входного потока на интенсивность турбулентности	127
Достияров А. М., Умышев Д. Р., Достиярова А. М., Катранова Г. С. Влияние различных вариантов подачи газа на процессы горения за удобообтекаемыми профилями	139
Елубай М. А., Бухарбаев С. К. Рациональное использования отходов предприятий энергетики в качестве сырья и материала	147
Елубай М. А., Оразбекулы Е., Айткалиева Г. С. Неионогенные поверхностно-активные вещества на основе возобновляемого сырья	152
Есмаханова Л. Н., Жанкуанышев М. К., Марковский В. П., Утегулов А. Б., Кошкин И. В. Внедрение SCADA-системы в технологические процессы пищевой промышленности	159
Жумагулов М. Г., Глазырин С. А., Глазырин А. И., Ержанов К. Ш., Глазырина Н. С., Ажикенов К. С. Теплоснабжение административно-бытового корпуса ТОО «KSP STEEL» за счет вторичных тепловых энергоресурсов	168
Инютин С. П., Нургалиев С. С., Джапарова Г. А., Айнагулова А. С. Качество энергоэффективного оборудования для систем освещения, вопросы фотобиологической безопасности и маркировки светотехнической продукции	175
Исабеков Д. Д., Талипов О. М. Максимальная токовая защита электроустановок, подключенных к ячейкам комплектных распределительных устройств	188
Исаев В. Л., Камарова С. Н., Абильдинова С. К. Опорный конспект «Ситовый анализ угля» по методологии активного освоения для системных опорных знаний	193
Исаева Ж. Р., Шоланов К. С. Система генерирования электрической энергии поплавковой волновой электростанции	205
Искаков Р. М., Мулдашева М. Г. Массо- и теплоперенос в сушильно-измельчающем аппарате	214
Kroczek P., Cieślak J., Болатова А. Б., Усербаев М. Т. Кинематический анализ хирургического робота Robin heart vision	222
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Пшембай Н. Н., Толегенов С., Иманбек С., Даниленко С. Концепция интеллектуального энергоснабжения	233
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Пшембай Н. Н., Толегенов С. Энергосберегающие технологии в жилищно коммунальном комплексе	240

Келаманов Б. С., Жумагалиев Е. У., Акуев А. М., Самуратов Е. К., Аманкелді Н. І. Термодинамический-диаграммный анализ системы Fe-V-Si-Al	255
Келаманов Б. С., Сариев О. Р., Әбдірашит А. М., Орынбаев Б. М., Аманкелді Н. І. Моделирование и анализ термодинамических процессов в системах Fe-Si-Al и Fe-V-Al	264
Кисмерешкин В. П., Риттер Е. С., Зыкова Н. В., Риттер Д. В. Исследование эффективности системы резонансных вибраторов для равномерного распределения поля волны E_{00}	272
Клецель М. Я., Маширапов Б. Е., Талипов О. М. Магнитные поля в комплектных трёхфазных токопроводах	279
Кошеков К. Т., Анаятова Р. К., Кислов А. П. Пути снижения отрицательного влияния человеческого фактора на безопасность полетов	286
Куанышев М. К., Мурзагалиев А. Ж., Сембаев Н. С., Ахметов С. И. Математическое моделирование процессов изношенности подшипников сгорания двигателя внутреннего сгорания	300
Макатов Е. К., Актаева А. У., Хан С. И., Қалман Г., Шонашева А. К. Социальные сети как угроза информационной безопасности	310
Мельников В. Ю., Кибартене Ю. В., Кибартас В. В. Средства и системы обеспечения пусковых свойств синхронных электродвигателей основных насосных агрегатов магистральных нефтепроводов	321
Мехтиев А. Д., Югай В. В., Алькина А. Д., Есенжолов У. С., Нешина Е. Г. Двигатель с внешним подводом теплоты для привода поршневого насоса систем орошения	332
Муканов А. Т., Амриев Р. А., Елубай М. А. Роль применения концепции бережливого производства «Lean Six Sigma» в операционной эффективности установки вакуумной перегонки мазута на ТОО «ПНХЗ»	344
Никифоров А. С., Приходько Е. В., Кинжибекова А. К., Нуркина Ш. М. Анализ экономической эффективности внедрения рациональных режимов разогрева высокотемпературных агрегатов	351
Новожилов А. Н., Новожилов Т. А., Асаинова Д. К. Способ построения токовых защит на базе магнитной системы токового реле РТ-40	357
Нукешев С., Скрынник Б., Ахметов Е., Тлеумбетов К., Косатбекова Д. Разработка универсальной системы управления и контроля дифференциацией внесения удобрений	364
Сапарходжаев Н. П., Абдисамат М. А. Информационная система созданная для решения проблемы туризма	377

Бұл мақалада Павлодар мұнай-химия зауытында *Lean Six Sigma* енгізуге шолу жасалды. Вакуумдық дистилляцияны орнату қызығушылық тудырды, онда технологиялық пешке алау майының шығынын азайту 9 млн теңге көлемінде қаржылық пайда алуға әкелді. *Lean Six Sigma* тұжырымдамасын УВО-да сәтті жүзеге асырудың ерекше жағдайы *Lean Six Sigma*-ның басқа МӨЗ технологиялық қондырғыларына кеңінен таралуына әкелді.

В данной статье был сделан обзор внедрения *Lean Six Sigma* на Павлодарском нефтехимическом заводе. Предметом интереса была установка вакуумной дистилляции, где снижение расхода факельного масла на технологическую печь привело к получению финансовой прибыли в размере 9 млн тенге. Этот частный случай успешной реализации концепции *Lean Six Sigma* на УВО привел к широкому распространению *Lean Six Sigma* на другие технологические установки НПЗ.

ГРНТИ 44.31.35

**А. С. Никифоров¹, Е. В. Приходько²,
А. К. Кинжибекова³, Ш. М. Нуркина⁴**

¹д.т.н., профессор, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан;

²к.т.н., профессор, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан;

³к.т.н., профессор, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан;

⁴магистр, ст. преподаватель, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан

e-mail: sholpan_shupeeva@mail.ru

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАЗОГРЕВА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АГРЕГАТОВ

В статье рассматривается экономический эффект от внедрения рациональных режимов разогрева высокотемпературных агрегатов после проведения ремонтной кампании. Проводится сравнительный анализ составляющих экономического эффекта данного решения. Применение наиболее рациональных технологических режимов разогрева печей спекания даст существенную экономическую прибыль.

Ключевые слова: высокотемпературный агрегат, печи спекания, футеровка, огнеупоры, капитальный ремонт, текущий ремонт, экономические затраты.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в различных отраслях промышленности широко применяются промышленные печи различного назначения (металлургия, нефтехимия, строительство), сушильные установки, теплосиловые установки (паровые котлы и турбины), и др. имеющие в конструкции футеровку (обмуровку). Тепловая работа футеровок различного оборудования осуществляется по общим принципам и законам.

Для футеровки ряда высокотемпературных агрегатов применяются огнеупорные шамотные изделия. В процессе эксплуатации оборудования, футеровка рассматриваемых агрегатов разрушается и подлежит ремонту.

Для большинства агрегатов (например, металлургических печей) износ футеровки – основная причина вывода их в ремонт. От стойкости футеровки во многом зависят производительность печей, качество и себестоимость выпускаемой ими продукции, расход топлива, продолжительность работы без остановки на плановые и аварийные ремонты.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Разогрев вращающихся печей по производству глинозема во многом определяет продолжительность их рабочей кампании. Превышение допустимых скоростей нагрева огнеупорной футеровки приводит к появлению опасных разрушающих напряжений и, как следствие, ведет к образованию трещин, сколов отдельных кирпичей и фрагментов футеровки.

После капитального ремонта необходим более длительный период разогрева, так как футеруемый материал сырой и, как правило, большая часть поверхности кладки не имеет гарнисаж. При непродолжительных остановках, вызванных профилактическими работами или технологическими срывами, высокотемпературные агрегаты запускаются по ускоренному графику. Наличие в горячих зонах гарнисажа и достаточная монолитность системы: огнеупорный кирпич + швы + подушка + корпус, позволяют значительно быстрее вводить агрегат в строй.

Футеровка рассматриваемых печей спекания и кальцинации выводится в капитальный ремонт в среднем один раз в год на срок 45 суток. Текущие ремонты составляют от 10 до 30 суток, и проводится один-два раза в год. При текущем ремонте производится замена 30 погонных метров футеровки; при капитальном ремонте кладка меняется полностью. Ежегодно проводится один капитальный ремонт или один-два текущих ремонта.

В условиях рационального режима разогрева и охлаждения высокотемпературных агрегатов практически исключаются аварийные ремонты.

На примере печей спекания рассмотрим экономический эффект от внедрения рациональных режимов разогрева после проведения ремонтной кампании. Для данных агрегатов выделим три основных составляющих:

- затраты на ремонт футеровки печи;
- затраты на разогрев печи после вывода из ремонта;
- потери произведенной продукции (спёка) из-за простоя печи во время ремонта.

В затратах на ремонт футеровки печи рассмотрим только стоимость огнеупорных материалов, используемых при ремонте, как главный расходный материал. При этом стоимость ремонтных работ учитывать не будем, так как это выполняется собственными силами предприятия.

Для футеровки вращающейся печи спекания применяется шамотный кирпич марки ШЦУ по ГОСТ 21436–75 «Изделия огнеупорные и высокоогнеупорные для футеровки вращающихся трубчатых печей». Кладка корпуса ведется кирпичом: клин торцевой двухсторонний номеров 3; 4 (3А; 4А); высота кирпича 200 мм. Футеровка вращающейся печи по СНиП относится к категории «тщательной».

Футеровка вращающейся печи ведется отрезными панелями длиной по 6 метров продольными рядами с перевязкой швов на кладочном растворе.

В таблице 1 представлена информация по затратам на покупку шамотного кирпича (открытый доступ), использованного для аварийного ремонта футеровки восьми печей спекания за период с 2016 г. по 2018 г.

Таблица 1 – Общие затраты на покупку шамотного кирпича, млн. тенге

№ печи	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	1,94	–	–
2	1,26	–	–
3	–	–	–
4	–	–	1,02
5	–	1,46	–
6	–	2,04	–
7	0,61	–	–
8	–	–	–
Всего	3,81	3,50	1,02

Общие затраты на аварийный ремонт футеровки печей спекания за три года составляют 8,33 млн. тенге.

При рассмотрении затрат на разогрев печи после вывода из ремонта необходимо определить общую стоимость мазута М-100, применяемого для разогрева печи спекания после текущего и капитального ремонта. На печах спекания для розжига установлена мазутная форсунка производительностью 2,7 т/час.

Рассматривая данный вид затрат, будем исходить из того, что предлагаемые в [1] рациональные режимы разогрева высокотемпературных агрегатов позволяют сократить время разогрева печей после вывода из текущего или капитального ремонта на 11 часов. Это позволит определить уменьшение затрат на покупку мазута относительно тех же затрат для

фактических графиков разогрева. Расчетные данные по печам при стоимости мазута марки М-100 111 тыс. тг/т представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Снижение общих затрат на мазут марки М-100, млн. тенге

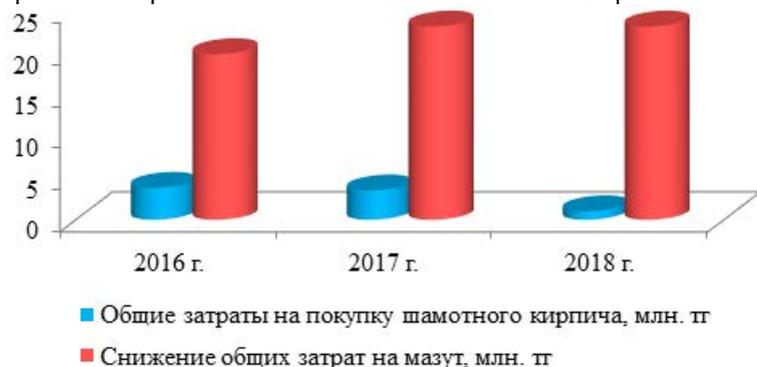
№ печи	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	3,3	3,3	3,3
2	3,3	3,3	3,3
3	3,3	3,3	–
4	–	3,3	3,3
5	3,3	–	3,3
6	–	3,3	3,3
7	3,3	3,3	3,3
8	3,3	3,3	3,3
Всего	19,8	23,1	23,1

Суммарная прибыль от уменьшения расхода мазута на разогрев печей спекания за три года составила 66 млн. тенге.

Экономические потери с недовыпущенной продукцией в связи с выводом в ремонт высокотемпературных агрегатов при производительности каждой печи 65 т/час за три года ориентировочно составили 9 млрд. тенге. Очевидно, что данная составляющая занимает львиную долю в суммарных потерях, связанных с проведением ремонтной кампании печей спекания, поэтому при дальнейшем анализе исключим ее из рассмотрения.

Сравнение двух рассмотренных компонентов экономической прибили за 2016–2018 г.г. представлено на диаграмме 1.

Диаграмма 1 – Сравнительный анализ экономических затрат



Полученные данные свидетельствуют о том, что расходы на покупку мазута для разогрева печей после вывода их из аварийного ремонта в несколько раз (от 5 до 22) превышают затраты на покупку шамотного кирпича, используемого при аварийном ремонте.

ВЫВОДЫ

Внедрение рациональных режимов разогрева высокотемпературных агрегатов позволит:

1 Снизить затраты на приобретение шамотного кирпича марки ШЦУ, связанные с отсутствием аварийных ремонтов, в среднем на 2,77 млн. тенге в год.

2 Уменьшить затраты на покупку мазута марки М-100 в виду сокращения времени разогрева печей после вывода из текущего или капитального ремонта на 11 часов, что в среднем составит 22 млн. тенге в год.

3 Получить экономическую прибыль за счет производства конечной продукции, которую могли бы реализовать, если бы: во-первых, печи спекания не останавливались на аварийный ремонт; во-вторых, разогрев данных печей после ремонтной кампании был сокращен на 11 часов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Никифоров, А. С., Приходько, Е. В., Карманов, А. Е. Физическое моделирование процесса разогрева футеровок высокотемпературных агрегатов [Текст] / Никифоров А. С., Приходько Е. В., Карманов А. Е. // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – 2012. – № 9–10. – С. 88–89.

Материал поступил в редакцию 04.06.20.

А. С. Никифоров¹, Е. В. Приходько², А. К. Кинжибекова³, Ш. М. Нуркина⁴
Жоғары температуралы агрегаттарды қыздырудың ұтымды режимдерін енгізудің экономикалық тиімділігін талдау

^{1,2,3,4}Энергетикалық факультеті,
 С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
 Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
 Материал 04.06.20 баспаға түсті.

Analysis of economic efficiency of high-temperature units' rational heat-up modes implementation

^{1,2,3,4}Power Faculty,
S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 04.06.20.

Мақалада жөндеу науқаны жүргізілгеннен кейін жоғары температуралы агрегаттарды қыздырудың рационалды режимдерін енгізудің экономикалық тиімділігі қарастырылады. Осы шешімнің экономикалық тиімділігін құрайтын салыстырмалы талдау жүргізіледі. Пісіру пештерін қыздырудың неғұрлым тиімді технологиялық режимдерін қолдану айтарлықтай экономикалық пайда әкеледі.

The article considers the economic effect of high-temperature units' rational heat-up modes implementation after the repair campaign. A comparative analysis of the economic effect's components of this decision is carried out. Application of the most rational technological heat-up modes of agglomeration furnaces will give significant economic profit.

A. N. Novozhilov¹, T. A. Novozhilov², D. K. Asainova³

¹д.т.н., профессор, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²к.т.н., доцент, Энергетический институт, Омский государственный технический университет, г. Омск, 644050, Российская Федерация;

³докторант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹novozhilova_on@mail.ru; ²timokvey@mail.ru; ³diannn@mail.ru

**СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ
НА БАЗЕ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ
ТОКОВОГО РЕЛЕ РТ-40**

В статье приведены технические характеристики реле тока серии РТ-40. Анализ конструкции и этих характеристик показал, что на их основе можно изготовить магнитный трансформатор тока с контактом (МТТк), использование которого позволяет обойтись без трансформатора тока. Рассмотрены методы размещения МТТк на шине с целью реализации максимальной токовой защиты с токами срабатывания равными 66-200 А. Рассмотрены случаи зависимости магнитодвижущей силы срабатывания реле от тока срабатывания защиты МТТк, а также схемы расположения МТТк при реализации максимальной токовой защиты с МТТк при токах срабатывания менее 66 А и более 200 А. Приведены условия выбора тока срабатывания МТТк однорелейных максимальных токовых защит линий при различных токах срабатывания.

Ключевые слова: релейная защита, магнитный трансформатор тока с контактом.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из видов защит элементов электрических станций и электроэнергетических систем от коротких замыканий является максимальная токовая защита. Для ее выполнения обычно используют трансформатор тока и токовое реле [1–3]. Наиболее часто в качестве токового реле применяют реле РТ-40. В связи с тем, что трансформаторам тока, особенно на большие