

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

2 2013

Научный журнал Павлодарского государственного университета
имени С. Торайгырова

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на учет средства массовой информации
№ 4533-Ж

выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан
31 декабря 2003 года

Кислов А.П., к.т.н., профессор (главный редактор);
Новожолов А.Н., д.т.н., профессор (зам. гл. редактора);
Кабдуашев М.М., (отв. секретарь);

Редакционная коллегия:

Хачевский В.Ф., д.т.н., профессор;
Глазырин А.И., д.т.н., профессор;
Клецель М.Я., д.т.н., профессор;
Захарев И.В., д.т.н., профессор;
Говорун В.Ф., д.т.н., профессор;
Никифоров А.С., д.т.н., профессор;
Тастенов А.Д., к.т.н., профессор;
Марковский В.П., к.т.н., профессор;
Нургожина Б.Б., (тех. редактор)

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции.

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов.

Рукописи и дискиеты не возвращаются.

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна.

СОДЕРЖАНИЕ

Арынгазин К. Ш., Сарлыбаева Л. М., Ордабаев С. М. Валовый сбор и урожайность зерновых и бобовых культур в РК по 2009 - 2012 годы	13
Асаева З. А., Азаматова Д. А., Тулебаева Ж. А., Приходько Е. В. Рациональное сочетание возобновляемых энергоресурсов в системе энергоснабжения.....	19
Асенова С. С., Талипов О. М., Уахитов Ж. Ж. Возможности использования источников энергии для биогазовых установок.....	24
Бабко А. Н., Баденов Б. Ф. Исследование цветовой температуры и светотехнических характеристик источников излучения	30
Байгамысов Т. А. Проблемы и решения мониторинга температурного поля в процессе пламенного обжига алюминиевого электролизера.....	38
Байтемиров Б. М., Азаматова Д. А., Приходько Е. В., Тулебаева Ж. А. Моделирование гидравлического удара	42
Глазырин С. А., Глазырина Н. С. Влияние автоматизации на повышение надежности и энергоэффективности теплоэнергетического оборудования.....	48
Говорун В. Ф., Говорун О. В., Акеев А. М., Падруль Н. М., Аяганов А. Н., Жарасов С.С. Эффективность применения устройств FACTS в электропередаче Экибастуз – Кокчетав – Кустанай	52
Григорьев О. О., Глазырин А. А., Сероокая В. Н. Консервация барабанных котлов раствором гидразина с аммиаком в различных режимах останова.....	62
Данияров Н. А., Акашев А. З., Келисбеков А. К., Ахмадиев М. Т., Хамитова Г. Ж. Структурная систематизация технологических процессов технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.....	68
Десембаева У. К., Байгожанова Д. С., Сарбасова А. Е. Внедрение системы RFID в библиотечное дело	75
Дроздова Н. К., Алигожина Д. А., Азибаева А. Ж. Влияние качества ремонта электродвигателей на расход электроэнергии.....	78
Дроздова Н. К., Семенова М. К., Беллева Л. М. Электротехнологии в строительстве с учетом требований безопасности.....	82

Дүйсенова Ж. Ж., Копырин В. С., Марковский В. П. Дифференциальная защита системы «Тиристорный преобразователь напряжения - нагрузка»	86
Ермуханова Н. Б., Ташимова А. А., Абдрахманов С. Т. Анализ проведенных исследований на подвижность тяжелых металлов в почве аральского региона.....	90
Жакипов Н. Б., Утегулов Б. Б., Утегулов А. Б., Уахитова А. Б. Теоретические исследования параметров изоляции на основе круговой диаграммы изменения фазы электрической сети относительно земли.....	98
Исенов С. С., Марковский В. П., Байниязов Б. А., Акеев А. М., Сейтжанова Г. Т. Разработка системы автоматического управления многодвигательным электроприводом мостового крана механизма передвижения тележки	103
Кайдар А. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Исабеков Д. Д. Особенности работы компактных люминесцентных ламп	112
Калимбетов Б. Е., Баймаханов К. Пути повышения эксплуатационной надежности привода шпинделей хлопкоуборочного аппарата.....	118
Калимбетов Б. Е., Баймаханов К., Баубекоев О. Б. Исследование кинематических режимов работы шпинделей хлопкоуборочного аппарата.....	125
Камбаров М. Н., Унайбаев Б. Ж., Камбаров Ж. К., Шорманова К. Ж., Саканов К. Т. Путь целесообразного водообеспечения Центрального Казахстана	134
Кибартас В. В., Степанов Е. Ю. Автоматизация подачи гранул из установки вторичной обработки в процессе производства полипропиленовой нити.....	139
Кибартас В. В., Кибартене Ю. В., Кабылдина А. Ш. Полупроводниковые устройства мягкого пуска синхронных электродвигателей агрегатов средней и большой мощностей	143
Киушкина В. Р., Шацева А. А., Бергузинов А. Н., Сарсикеев Е. Ж. Интеграция возобновляемых источников энергии на территории Дальнего Востока	146
Кислов А. П., Бергузинов А. Н., Сагидулла Д. Высшие гармонические составляющие токов и напряжений при работе электротехнологических установок.....	158
Кислов А. П., Бергузинов А. Н. Влияние электромагнитных помех на силовое оборудование	171
Кислов А. П., Бергузинов А. Н. Энергетические соотношения при несимметрии токов и напряжений в трехфазной системе.....	174

Кислов А. П., Бергузинов А. Н. Несимметрия токов и напряжений при работе электротехнологических установок.....	177
Клецель М. Я., Машрапов Б. Е. Резервная защита электродвигателей, контролирующая отношения токов фаз	191
Копырин В. С., Кайдар А. Б., Марковский В. П., Шапкенов Б. К. Анализ режимов работы энергосберегающих ламп	198
Кудерин Д. М. Технологический процесс изготовления многожильного силового кабеля на примере предприятия АО «Казэнергокабель».....	203
Липчанский А. Н., Баранова С. С., Яшкина А. Б. Базовый уровень качества как метод гармонизации взаимоотношений производителя и потребителя продукции	211
Мухаметшин Р. Р., Захаров И. В., Науман О. А. Расчет резонансного режима плоского индуктора с самокомпенсацией реактивной мощности	217
Никифоров А. С., Приходько Е. В., Карманов А. Е., Кинжибекова А. К. Модернизация обмуровки водогрейных котлов малой мощности с целью снижения тепловых потерь.....	222
Новожилов А. Н., Крюкова Е. В., Новожилов Т. А. Двухлучевой осциллограф на базе персонального компьютера	228
Оразбекова А. К., Байниязов Б. А., Исенов С. С. Влияние токов самозапуска электродвигателей 10кв при выборе уставок релейных защит подстанции напряжением 110/10кВ	234
Парамонов Ф. П. О средней длине волны участка тормозного спектра рентгеновской трубки при возбуждении флуоресценции чистых элементов	244
Савостин А. А., Савостина Г. В. Автоматизированная система идентификации QRS-комплексов электрокардиосигнала	247
Туллубаев Б. А., Ергешбаева Н. В. Исследование процессов миграции радона в почвенной среде.....	253
Унайбаев Б. Ж., Арсенин В. А., Унайбаев Б. Б., Сиеваракша Д. М. Надежные и эффективные геотехнологии возведения зданий на засоленных грунтах	260
Хацевский В. Ф., Мажикова А. Г., Ахметов А. К. Разработка устройства автоматизации и защиты для системы электроснабжения предприятия	269
Хацевский В. Ф., Ахметов А. К., Мажикова А. Г. Разработка системы автоматизации учета промышленного потребления электроэнергии.....	276

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар. Материал поступил в редакцию 14.12.13.

Р. Р. Мұхаметшин, И. В. Захаров, О. А. Науман

**Тайқы индуктордың резонанстық режимінің есебі реактивті өзіндік
компенсациясының қуаттылығы**

С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ. Материал 14.12.13 редакцияға түсті

R. R. Mukhameishin, I. V. Zakharov, O. A. Nauman

**Calculation of flat inductor resonant mode with self-compensation of
reactive power**

Pavlodar State University named after S. Toraigyrov, Pavlodar;
Material received on 14.12.13.

*Осы мақалада тайқы индуктордың резонанстық режимінің
есебінің инженерлік әдістемесі реактивті алымдылықтың
самокомпенсациясы өткіздір-өткізу қарастырған.*

*This article presents an engineering method for calculating the
resonant mode of flat inductor with self-compensation of reactive power.*

УДК 621.184.74

А. С. Никифоров*, **Е. В. Приходько***, **А. Е. Карманов***,
А. К. Кунжибекова**

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБМУРОВКИ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

*В данной статье приводятся результаты модернизации обмуровки
котла малой мощности с целью повышения энергоэффективности
его работы.*

Требование снижения тепловых потерь через обмуровку энергетических котлов, а также желание увеличить устойчивость и долговечность тепловой защиты приводит к необходимости разработки новых технологий и методик эксплуатации [1].

Сокращение тепловых потерь и экономия топлива – актуальная задача, решение которой невозможно без изучения факторов, влияющих на тепловую работу обмуровок котельных агрегатов.

Проблема эффективного сжигания твердого топлива в отопительных и промышленных котельных установках малой мощности нашла в литературе своё отражение. Этому посвящены работы [2, 3, 4].

Эффективность использования тепловой изоляции и вопросы тепловых потерь в окружающую среду также нашли своё отражение в литературе [5, 6, 7].

Необходимо упомянуть также и об экологической стороне вопроса, которая также нашла отражение в литературе [8, 9].

При этом, несмотря на многочисленные исследования, вопрос о снижении тепловых потерь через теплоограждающие конструкции и повышении энергоэффективности котлов остается одним из наиболее актуальных.

Исследования, представленные в данной статье, в национальном масштабе играют огромную роль. Так, по данным [10] около 30 % тепловой энергии вырабатывается малыми котельными, мощностью менее 100 Гкал/час. Данные тепловые источники характеризуются коэффициентом полезного действия порядка 60 % и высоким удельным расходом топлива, что приводит к перерасходу 645 300 тонн условного топлива в год или 1,75 млрд. тенге, а также к дополнительным выбросам в окружающую среду.

Анализ современного состояния инженерной инфраструктуры объектов малой энергетики (автономных котельных установок) показал, что большая часть котельного оборудования устарела и требует комплексной модернизации тех фондов, КПД которых не превышает 60 %. У некоторых котлов среднестатистический коэффициент полезного использования энергии составляет не более 40 %, то есть около 40-60 % тепловой энергии, генерируемой в котельных, теряется с уходящими газами, в тепловых сетях, через ограждающие конструкции общественных и жилых зданий. Особенно это наблюдается в котлах малой теплопроизводительности, работающих на самотяге, где эффективность может быть еще ниже.

В то же время информация по котельным установкам малой тепловой производительности субъективна, разрознена, требует систематизации и развития. Необходимо также пересмотреть основные параметры теплового баланса, так как методика по определению некоторых составляющих теплового баланса, изложенная в нормативном методе теплового расчета котлов, морально устарела, характерна для котлов средней и большой теплопроизводительности.

Об актуальности данной темы в международном масштабе говорит, например, проведение I-ой Международно-практической конференции «Научное обеспечение отраслей жилищно-коммунального хозяйства», прошедшей 26-27 октября 2012 года в Астане.

Анализ конструкций современных котлоагрегатов средней и малой мощности, используемых в энергетике Казахстана, показывает, что, несмотря на широкий

спектр теплоизоляционных материалов, предлагаемых как отечественными, так и иностранными производителями, в них до сих пор применяют надёжные, но малоэффективные материалы. Так, в качестве теплоизоляции, наиболее широко используется шамотный кирпич различных марок.

Выделим основные причины использования шамота в изготовлении обмуровок котлов. Материал имеет достаточно высокую стойкость к воздействию агрессивных сред (шлака). Кроме того, его свойства и их изменение в течение рабочей кампании агрегатов хорошо известны из многолетнего опыта эксплуатации. Сказать точнее – изготовители котлов и эксплуатирующие организации прекрасно себе представляют, что можно ожидать от этого материала.

Между тем, котлы с обмуровкой из шамота малой и средней мощности имеют и ряд минусов, которые не всегда устраивают потребителей. Остановимся на этих недостатках подробнее.

1) Высокие тепловые потери через обмуровку. При обследовании ряда котлов на предмет температуры на поверхности обмуровки мы увидели, что практически все котлы не удовлетворяют нормативным значениям. Так, на поверхности энергетического котла марки БКЗ–75-39 средняя температура колеблется в районе 75-92°C, что значительно превышает нормативное значение. Согласно правилам технической эксплуатации котлов [11] температура на поверхности обмуровки должна быть не более 45 °С. В результате реальные тепловые потоки через существующую обмуровку данного котла составили величину порядка 628,3 кВт.

2) Отсутствие у котлов малой производительности мобильности. У части котлов малой производительности обмуровка из шамота изготавливается «на месте», после монтажа трубной системы котлоагрегата. Это создаёт дополнительную временную задержку перед пуском котла, трудности при транспортировке и в ситуациях, при смене месторасположения котла (что актуально для котлов малой мощности).

3) С учётом достаточно высокого коэффициента теплопроводности шамота (относительно современных теплоизоляторов) расход шамота на обмуровку велик, и, соответственно, велики и затраты на обмуровку и на весь котлоагрегат в целом.

4) Высокие затраты труда при монтаже и ремонте футеровки. Кладка обмуровки требует не только высоких трудовых затрат, но и достаточной квалификации исполнителя работ.

Таким образом, можно сказать, что использование на котлах обмуровки из шамота в основном происходит «по инерции», то есть от отсутствия острой необходимости в применении современных энергосберегающих материалов.

Рынок теплоизоляционных и огнеупорных материалов г. Павлодара насыщен данными материалами. Особенно стоит отметить и то, что на рынке представлены и отечественные производители данной продукции. Так, ТОО «Промэнергоизоляция» производит и осуществляет теплоизоляцию

трубопроводов, строительных конструкций и высокотемпературного оборудования (обмуровочные и футеровочные работы) с применением материалов, произведённых в Павлодарской области. Спектр выпускаемых материалов широк – от шамотных кирпичей марки ШБ-5 до картона марки МКРКЛ-450 (из муллитокремнеземистых волокон).

С учётом поручения Главы государства об увеличении казахстанского содержания в закупках для отечественных предприятий и организаций, можно сказать, что вопросы применения современных отечественных тепло- и огнеупорных материалов для обмуровок котлов легко решаемы.

Перед учёными нашего ВУЗа была поставлена задача – модернизировать обмуровку водогрейного котлоагрегата мощностью 1 ГКал с применением современных огнеупорных и теплоизоляционных материалов, применение которой позволило бы снизить тепловые потери через обмуровку (до нормативных), значительно снизить массу котла (сделав его мобильным), по возможности, снизить стоимость (за счёт уменьшения объёма используемых материалов) и упростить монтаж теплоизоляции на котле. Водогрейный котёл, мощностью 1 Гкал показан на рисунке 1.

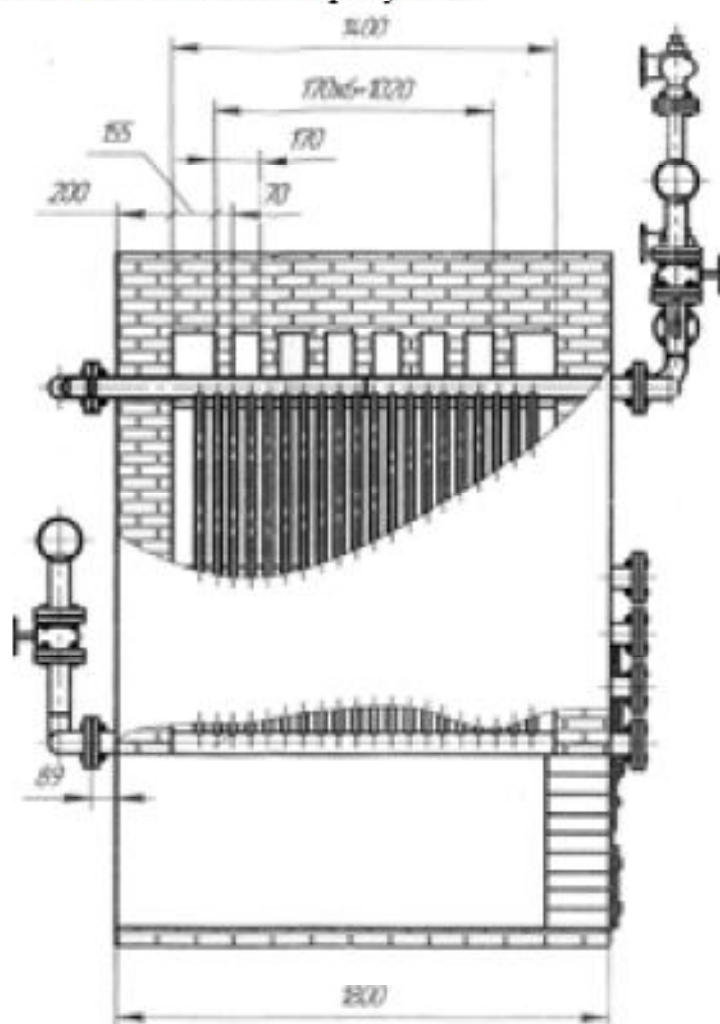


Рисунок 1 – Водогрейный котёл, мощностью 1 Гкал

Был произведен расчет и разработана схема обмуровки водогрейных котлов, мощностью 0,4; 0,6; и 1,0 Гкал, с заменой обмуровки шамотного кирпича на волокнистые теплоизоляционные материалы. Кроме того, разработана система дополнительного экранирования топочного объема.

Исходными данными для расчёта являлись:

- температура внутренней поверхности футеровки, 700 °С;
- температура внешней поверхности футеровки, 50 °С;
- температура в помещении 20 °С.

Для эффективной теплоизоляции был выбран материал – базальт. Этот материал позволяет сократить тепловые потери, экономию топлива, но и массу конструкции, толщину изоляции, мобильность, сроки монтажа, что очень важно для заказчика. Данный материал имеет низкий коэффициент теплопроводности (0,04 Вт/(м·К)), высокую огнестойкость.

Также результатом проведенной работы должно стать сокращение сроков монтажа котлов и их последующей транспортировки; ранее применяемый теплоизоляционный материал имел большую массу, которая не позволяла осуществлять транспортировку конструкции.

Были проведены соответствующие расчёты, которые показали, что толщина обмуровки составит 150 мм.

Кроме этого, заказчиком было определено, что котлы могут с небольшими доработками перестраиваться для работы на газообразном топливе. При этом было необходимо тепловую изоляцию просчитать также на температуру 1300 °С.

Для температуры внутренней поверхности в 1300 °С проведенные расчёты показали, что для данных условий в обмуровке необходимо использование второго материала (по условию максимальной температуры применения), более огнестойкого. Таким материалом может служить картон марки МКРКЛ-450, наличие керамического каркаса в плитах которого позволяет использовать данный вид изделий при температурах до 1400 °С. Таким образом, были определены значения толщин двух слоёв обмуровки: картон марки МКРКЛ-450 - 0,12 м и маты прошивные из базальтового супертонкого волокна (БСТВ) – 0,2 м.

Результатом проведенной работы явилось следующее:

- снижение тепловых потерь через обмуровку котлов в среднем на 15 % и доведение значение температуры на наружной поверхности обмуровки до нормативного;
- снижение расхода топлива на 4,5 %;
- снижение массы котлов более чем в 7,8 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Хаванов, П. А. Водогрейные котлоагрегаты малой мощности. Теплотехнические особенности применения АВОК №5/2011. С 66-76.
- 2 Стрельников, А. С. Повышение эффективности сжигания низкосортных твердых топлив в котлах малой мощности Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, Иркутск, 2006, 141 с.
- 3 Степанов, В. С., Степанова, Т. Б. Эффективность использования энергии и энергосбережение: Учебное пособие. Иркутск: ИрГТУ, 2002. - 145 с.
- 4 Марчак, И. И., Голышев, Л. В., Мысак, И. С. Результаты исследования по определению потери тепла в окружающую среду водогрейными котлами // Электрические станции. -2000. -№ 7. -С. 11-15.
- 5 Гакель, С. Ремонт и реконструкция тепловой изоляции с использованием программы «Изоляция»// CADmaster 2005. №3. С 59-61.
- 6 Кашеев, И. Д. Эффективная теплоизоляция тепловых агрегатов // Огнеупоры и техническая керамика. - 2006. № 11. -С. 32-36.
- 7 Шойхет, Б. М., Ставрицкая, Л. В., Ковылянский, Я. А. Тепловая изоляция трубопроводов тепловых сетей. Современные материалы и технические решения. // Энергосбережение. – 2002. №5. С 43-46.
- 8 Белевицкий, А. М. Энергия плюс экология как решить две проблемы в комплексе // Промышленная энергетика. 2001. - №3. С 50-53.
- 9 Котлер, В. Р., Беликов, С. Е. Промышленно отопительные котельные: сжигание топлив и защита атмосферы. - СПб.: Энерготех, 2001. - 272 с.
- 10 Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 апреля 2011 года № 473. Об утверждении Программы модернизации жилищно-коммунального хозяйства Республики Казахстан на 2011 - 2020 годы, Астана, 2011, 25 стр.
- 11 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. Утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1352.

*Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова;

**Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 21.12.13.

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

Төмен қуатты су жылытқыш қазандардың жылулық жоғалтуларын төмендету үшін оқшау қаптауын модернизациялау

*С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.;

**Инновациялық Евразиялық университеті, Павлодар қ.
Материал 21.12.13 редакцияға түсті

A. S. Nikiforov, Ye. V. Prikhodko*, A. E. Karmanov*, A. K. Kinzhibekova***

**Modernization of the brickwork of medium capacity water heating
boilers with the purpose to decrease heat losses**

*Pavlodar State University
named after S. Toraygyrov, Pavlodar,

**Innovative Eurasian University, Pavlodar
Material received on 21.12.13.

*Бұл мақалада төмен қуатты қазандардың жұмысы кезінде
энергия тиімділігін жоғарлату үшін оқиға қаптауын модернизациялау
нәтижесі көрсетілген.*

*In the present article there have been demonstrated the results of
modernization of the brickwork of a medium capacity boiler with the
purpose to increase the power efficiency of its work.*