

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 (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/FYZZ1289>

**Бас редакторы – главный редактор**

Талипов О. М.

*доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)*

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

**Редакция алкасы – 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., доцент</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

<https://doi.org/10.48081/MBZW6464>

**\*А. Б. Кудашева<sup>1</sup>, М. Ж.Хазимов<sup>2</sup>, З. А. Мансуров<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Алматынський университет энергетикi и связи имени Г. Даукеева,  
Республика Казахстан, г. Алматы

<sup>1,2,3</sup>Институт проблем горения, Республика Казахстан, г. Алматы

<sup>1</sup>ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3151-5813>

<sup>2</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5448-3122>

<sup>3</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8956-216X>

\*e-mail:[kudasheva\\_ab@mail.ru](mailto:kudasheva_ab@mail.ru)

## **НОВАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ПОДАЧИ ВОЗДУХА В МАЛОМОЩНОМ ВОДОГРЕЙНОМ КОТЛЕ**

*В связи с ростом стоимости энергетического топлива и ростом использования низкосортных топлив задача повышения эффективности сгорания в котлах малой мощности приобрела значительную актуальность. В странах СНГ имеются производственные мощности по выпуску котлов малой мощности. Все эти котлы используют только высококачественное топливо. Основным недостатком этих котлов является их низкий КПД, а в конструкции камеры сгорания присутствуют отрицательные характеристики: малый объем камеры сгорания и неэффективное сжигание угля.*

*Увеличение времени пребывания несгоревших газов и мелкодисперсных частиц в камере сгорания приводит к их полному сгоранию, тем самым снижая вредные выбросы в окружающую среду. В статье исследованы методы повышения эффективности котла за счет оптимизации его конструкции для полнослойного сгорания. Представлены результаты испытаний модернизированного водогрейного котла малой мощности с оценкой его технико-экономических показателей, свидетельствующих о повышении эффективности котла. Было проведено более глубокое и всестороннее исследование аэродинамики топочной камеры. Было создано математическая модель расчета подачи воздуха в котел для определения эйор скоростей и избытков воздуха на колосниковой решетке топочной камеры в котлах малой мощности. В результате*

*определены зоны горения топлива испытывающие недостаток воздуха. Для повышения эффективности работы котла, который работает в полнослойном режиме, были приняты следующие меры: 1. оптимизация конструкции: внесены изменения в конструкцию котла, чтобы обеспечить более равномерное и полное сжигание топлива. Это повысит эффективность процесса горения; 2. улучшение теплоотвода.*

*Ключевые слова: водогрейный котел, твердое топливо, неподвижный слой, уголь, колосник, котлы малой мощности.*

## **Введение**

Казахстан занимает восьмое место в мире по доказанным запасам угля, которые составляют 34,2 млрд т. Это эквивалентно 3,3 % к мировым промышленным запасам угля [1]. Согласно прогнозам, общая потребность в энергетическом угле для тепло и электроэнергетики в Казахстане возрастет к 2030 году с текущих 53 млн тонн до 76 млн тонн, что представляет собой увеличение на 50 % [2]. Наряду с этим Республика Казахстан занимает десятое место в мире по объемам добычи угля, и остается одним из крупных потребителей угля несмотря на его низкое качество по составу и теплотворности.

Использование в Республике Казахстан некачественного вида топлива, как угля, связано из-за сложности газификации (отдаленность населенных пунктов, низкая плотность населения) такую обширную территорию, которая занимает 9 место по площади в мире.

Программа по газификации населения проводится в основном в тех районах, где имеются газовые месторождения [3]. Охватить всю территорию Казахстана требует больших финансовых вложений. Не запланировано выделение достаточных средств для решения декларируемых целей по замене угля на газ для энергогенерации, так как для решения таких задач требуются суммы на два порядка большие, в связи с отсутствием газовых магистральных трубопроводов в большинстве регионов с преимущественно «угольной» генерацией. В период 2015-2018 гг. было запланировано истратить на развитие газотранспортной системы около 134 млн. долларов США, которые после девальвации обменного курса в 2015 г. сократились до 74 млн. долларов [4]. Таких средств явно недостаточно для развития газотранспортной системы в тех регионах, где ее нет совсем или ее мощности недостаточны для «газовой» генерации.

Следовательно, обеспечение теплоснабжением населения приводит к употреблению угля в виде дешевого основного топлива в котлах малой мощности. В населенных пунктах отдаленных районов, где отсутствует

газификация (в основном к ним относятся территорий с холодным климатом) используются децентрализованные система теплоснабжения, так как транспортные потери тепла являются очень высокими [5]. В основном, где используются децентрализованные системы теплоснабжения по себестоимости доступны котлы малой или средней мощности при послыном сжигании угля [6].

Цель исследований, как предполагается, сосредоточена на усовершенствовании конструкции топочной камеры водонагревательных твердотопливных котлов малой мощности с повышением эффективности теплоотдачи. Эта важная задача, которая может принести несколько значительных выгод: увеличение КПД котла и более полное выжигания топлива в топочной камере котла.

#### **Задачи исследований:**

- создать математическую модель расчета подачи воздуха в котел для определения эюр скоростей и избытков воздуха на колосниковой решетке топочной камеры в котлах малой мощности;

- определить зоны горения топлива испытывающие недостаток воздуха и предложить метод улучшения сжигания топлива.

#### **Материалы и методы**

В расчетах выбран твердое топливо Карагандинский каменный уголь марки КЖ. Состав топливо: Ср = 52,3 %, Нр = 3,5%, Ор = 4,9 %, Нр = 1 %, Sp = 0,8 %, Wp = 7,5 %, Ap = 25%. Низшая теплота сгорания: 22395,3 кДж/кг. Принималось что процесс изотермический:  $t_w = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $t_w = \text{const}$ . Определили теоретический объем воздуха, необходимый для полного сгорания твердого топлива: 5,885 м<sup>3</sup>/кг. Расход топливо:  $V_k = 43 \text{ кг/ч} = 0,012 \text{ кг/с}$ . Скорость воздуха на входе в колосниковую решетку: 0,3 м/с .

Моделирование тепловых процессов осуществлялось с использованием численного метода, основанного на уравнениях Навье-Стокс [7;8]:

Уравнение движения:

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v * \nabla v \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 v + \left( \zeta + \frac{\mu}{3} \right) \nabla (\nabla * v) + f, \quad (1) \quad (1)$$

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla * (\rho v) = 0, \quad (2)$$

где:

$\rho$  – плотность;  $v$  – скорость;  $t$  – время;  $\mu$  – коэффициент вязкости;

$\zeta$  – динамическая вязкость (также называется «второй вязкостью»)

$f$  – другие силы, действующие на тело, такие как гравитация

$\nabla$  – оператор Гамильтона, частная производная по координатам.

Для трехмерного пространства верна формула:

$$\nabla = \left\{ \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right\}, \quad (3)$$

$\nabla^2$  – скалярное произведение двух операторов Гамильтона :

$$\nabla^2 = \nabla \cdot \nabla = \left\{ \frac{\partial^2}{\partial x^2}, \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right\}, \quad (4)$$

Моделирование началось с использования модели «черный ящик», где внешнему наблюдателю доступны только входные и выходные параметры, а структура и внутренние процессы системы остаются неизвестными. Результаты моделирования продемонстрировали, что учет макроскопических и микроскопических параметров критически важен для точного прогнозирования поведения системы. Использование численных методов на основе уравнений Навье-Стокса позволяет эффективно моделировать сложные тепловые и динамические процессы, что является необходимым для разработки и оптимизации конструкций и автоматизации топливных модульных установок.

Два из наиболее предложенных методов для исследования потока, основанных Эйлером: это метод конечных разностей элементов и метод конечных разностей [9;10]. В исследовании использован метод конечных разностей.

Метод конечных разностей заключается в создании разностной сетки. Пространство, представляющее собой прямоугольный параллелепипед, делится на небольшие равные части (прямоугольные параллелепипеды). Затем исходное уравнение преобразовывается в уравнение для каждого элемента сетки. Для решения преобразованных уравнений требуется знать скорость потока на каждой из стенок сетки. [11;12;13]. После расчета поля скорости другие представляющие интерес величины, такие как избыток воздуха могут быть найдены с помощью динамических уравнений и соотношений. При помощи современной программы SolidWorks FlowSimulation [14], в разделе Эпюра скорости PropertyManager отображается диапазон скоростей в метрах в секунду с цветовой кодировки. Траектории выделяются цветами в соответствии со значениями скоростей в каждой точке. Траектории являются касательными к скорости потока в каждой точке (рисунок 1,2).

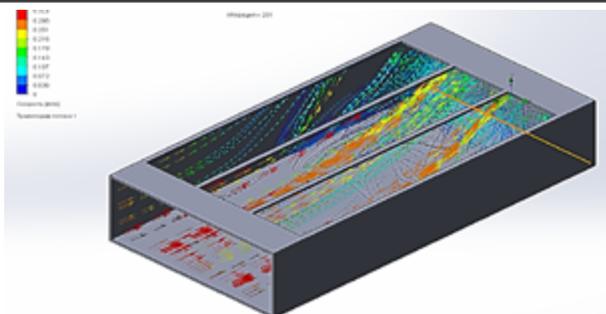


Рисунок 1 – Эпюра распределение скорости воздуха над колосниковой решетки

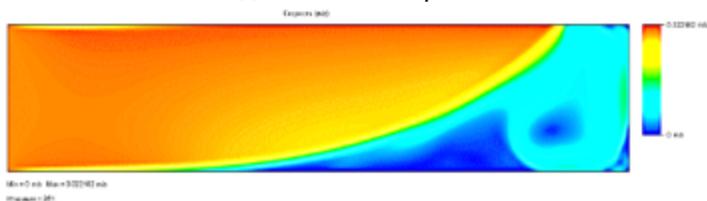


Рисунок 2 – Эпюра скоростей воздуха на колосниковой решетке

После как нам известны эпюра скоростей воздуха на колосниковой решетке с помощи математических преобразований можно определить избытки воздуха в каждой точки топочной камеры и выделить зоны с недостаточным избытком воздуха (рисунок 3).

$$w_i \Rightarrow \dot{V}_i^B = w_i * b * c \quad (6)$$

$$\dot{V}_{ip}^B = \dot{V}_i^B / B_{к} \quad (7)$$

$$\alpha_i = \dot{V}_{ip}^B / V_o^B \quad (8)$$

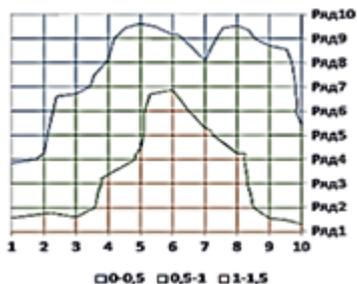


Рисунок 3 – Распределение избытков воздуха на колосниковой решетке котла

Результаты математической модели расчета подачи воздуха в котел через колосниковую решетку можно описать по рисунку 3, согласно которому выделены зоны избытков воздуха 1-1,5, 0,5-1 и 0-0,5. Зоны где избыток воздуха ниже 1-го испытывают недостаток воздуха, и тем самым наблюдается ухудшенный процесс горения топлива. В котлах малой мощности неравномерная или неэффективная подача воздуха дает особенно плохие результаты сгорания, приводит к засорению поверхностей нагрева, увеличивает выбросы в дымовых газах. Для решений этой проблемы необходимо подавать воздух равномерно с достаточным количеством воздуха для горения.

Для устранения этих недостатков разработана инновационная технология сжигания твердого топлива в неподвижном слое, исключающие эти потери.

Экспериментальные исследования. Для проведения лабораторных исследований разработана лабораторный образец усовершенствованной конструкции котла малой мощности с эффективным теплоснабжением для слоевого сжигания угля, который представлен на рисунке 4 .

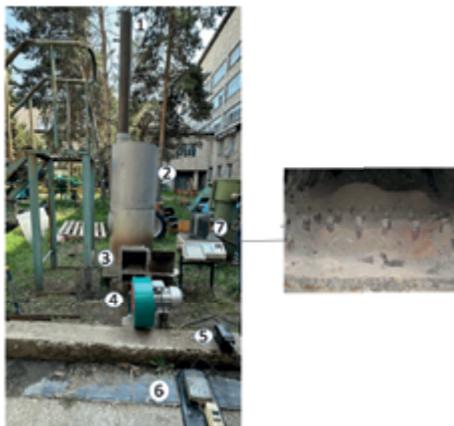
В рамках исследования был предложен новый отопительный котел, отличающийся от традиционных конструкций следующими ключевыми особенностями:

– Корпус котла включает топку и водяной контур, обеспечивающие эффективный теплообмен;

– Колосник расположен в нижней части топки и представляет собой глухую решетку без щелей, что позволяет исключить необходимость постоянной очистки от золы;

– Воздушный коллектор, состоящий из труб с отверстиями, установлен в топке над колосниковой решеткой. Этот коллектор обеспечивает

равномерную подачу воздуха в зону горения, улучшая процесс сгорания и повышая эффективность котла.



1 – дымовая труба; 2 – котел; 3 – топочная камера с воздухопадающими форсунками; 4 – вентилятор с электродвигателем; 5 – частотный преобразователь; 6 – электрический счетчик; 7 – уголь  
Рисунок 4 - Лабораторный образец котла

Результаты испытаний показали, что данная конструкция котла приводит к более эффективному и стабильному горению, снижению потерь тепла и улучшению общего КПД системы. Инновации в конструкции, такие как глухой колосник и распределенная подача воздуха, способствуют лучшему контролю над процессом сгорания и минимизации образования золы. [15; 16].

#### **Результаты и обсуждение**

Процентное содержание мелких частиц угля попавшие в зольник через колосниковую решетку составило около 13%. Чем больше потери угля через колосник, тем больше расход топлива. К примеру : 1 тонна угля стоит 15 000 тенге, а потери по фракционному составу (до 10 мм) в среднем составляет 13 %. Убыток с каждой тонны угля составляет  $13\% * 15\ 000$  тенге = 1 950 тенге. Следовательно целесообразно сделать колосник глухим, безцелевым. Потеря теплоты с несгоревшими топливами по предлагаемой схеме на 9% меньше, чем по классической схеме, связано с более полным сгоранием топлива, то есть исключены зоны, которые чувствует недостаток воздуха.

#### **Выводы**

По результатам расчета аналитического выражения численным методом получено графическое интерпретация математической модели

распространения поля скоростей над колосниковой решеткой при его горении. Определены зоны горения испытывающий недостаток воздуха. Для решений этой проблемы предложена усовершенствованная конструкция котла малой мощности с эффективным теплоснабжением для слоевого сжигания угля. Предлагаемая схема сжигания основана на обеспечении полноты сгорания топлива в плотном слое за счет специального коллектора для подачи воздуха в зону горения, а также уменьшении вытяжной скорости дымовых газов благодаря выполнению колосника глухим. Такие модификации повышают эффективность сжигания топлива. Эффективность усовершенствованной конструкции котла малой мощности сжигающих уголь в неподвижном слое связано с более полным сгоранием топлива, что в свою очередь повышает удельный КПД котла. Более высокий удельный КПД котла на 23% по сравнению с классической схемой.

Данное исследование было профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19679995).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Бушуев, В. В.** Глобальная энергетика и устойчивое развитие. Мировая энергетика – 2050 / В. В. Бушуев, В. А. Каламанов // М: Энергия. – 2011. – 360 с.

2 **Письменная, У. Е.** Обеспечение устойчивого развития энергетических систем: переход от стоимости к ценности / У. Е. Письменная, Г. С. Трипольская // Энергетика. – 2020. – №1. – С. 14 – 29.

3 **Осипов, С. Н.** О некоторых особенностях энергоснабжения жилых зданий в отопительный период / С. Н. Осипов, В. М. Пилипенко // Энергетика. – 2017. – №1. – С. 77 – 96.

4 **Soroka, B. S.** The Fuel Certification by Heat Engineering Characteristics / B. S. Soroka, A. I. Bershadskiy // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2014. – № 2. – С. 3–13.

5 **Ушаков, В. Я.** Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК: учеб. пособие / В. Я. Ушаков, Н. Н. Харлов, П. С. Чубик // Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 283 с.

6 **Ушаков, В. Я.** Современные проблемы электроэнергетики : учебное пособие / В. Я. Ушаков // Томск : Изд-во ТПУ, 2014. – 447 с.

7 **Choubey, G.** Effect of variation of angle of attack on the performance of two-strut scramjet combustor / G. Choubey, K. M. Pandey // International Journal of Hydrogen Energy. - 2016. – №41– P.11455–11470.

8 **Patankar, S. V.** A calculation procedure for heat, mass and momentum transfer in three-dimensional parabolic flows / S.V. Patankar, D.B. Spalding // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2015. – P. 1787–1806.

9 **Meile, W.** Experiments and numerical simulations on the aerodynamics of the ahmed body / W.Meile, G.Brenn, A.Reppenhagen, B. Lechner, A. Fuchs // CFD Letter. – 2011. – № 3. – P.32–39

10 **Chang, W.J.** Natural convection for the melting of ice in porous media in a rectangular enclosure / W.J. Chang, D.F. Yang // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2011. – P. 2333–2348.

11 **Yuxin, Wu.** Dimensional simulation for a entrained flow coal slurry gasifier / Yuxin Wu, Jiansheng Zhang, Philip J.Smith, Hai Zhang, Charles Reid, Junfu Lv, Guangxi Yue // Energy fuels. – 2010. – № 24. – P.1156 – 1163.

12 **Parente, A.** Identification of low-dimensional manifolds in turbulent flames / Parente A., Sutherland J.C., Tognotti L., Smith P.J. // Proceedings of the Combustion institute. – 2009. – № 32. – P. 1579–1586.

13 **Shen, G.** Emission factors and particulate matter size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons from residential coal combustions in rural Northern China / Shen G., Wang W., Yang Y., Zhu C., Min Y., Xue M., Ding J., Tao S. // Atmos. Environ. – 2010. – №44 – P. 5237–5243.

14 **Kudinov, A. A.** [Assessing the smoke-stack performance with boiler unit flue gases cooled below the dew point](#) / A. A. Kudinov, S. K. Ziganshina // Thermal Engineering. – 2024. – P. 340-347

15 Пат. №35521 Республика Казахстан. Промышленный водогрейный котел малой мощности / Урмашев Б. А., Хазимов М. Ж., Идришев К. И., Касымбаев Б. М., Хазимов К. // опубл. 18.02.2022 г.

16 **Kudasheva, A. B.** Reduction of harmful emissions in low-power water-heating solid fuel boilers KVTS-0.2 / A. B.Kudasheva, M.Zh.Khazimov // AIP Publishing. – 2023. – 7 p.

## REFERENCES

1 **Bushuyev, V. V.** Global'naya energetika i ustoychivoye razvitiye. Mirovaya energetika – 2050 [Global energy and sustainable development. World energy – 2050] / V.V.Bushuyev, V.A. Kalamanov // M: Energiya.– 2011. – 360 p.

2 **Pismennaya, U. E.** Obespecheniye ustoychivogo razvitiya energeticheskikh sitem: perekhod ot stoimosti k tsennosti [Ensuring sustainable development of energy systems: moving from cost to value] / U.E. Pismennaya, G.S.Tripolskaya // Energetika. – 2020. – №1. – P.14 – 29.

3 **Osipov, S. N.** O nekotorykh osobennostyakh energosnabzheniya zhilykh zdaniy v otopitel'nyy period [On some features of energy supply to residential

buildings during the heating season] / S. N.Osipov, V. M. Pilipenko // *Energetika*. – 2017. – № 1. – P.77 – 96.

4 **Soroka, B. S.** The Fuel Certification by Heat Engineering Characteristics / B. S. Soroka, A. I. Bershadskiy // *Energeticheskiye tekhnologii i resursosberezeniye*. – 2014. – № 2. – P. 3–13.

5 **Ushakov, V. Ya.** Potencial og energy saving and its realization at the enterprices TEK [Potencial of energy saving and its realization at the enterprices FPC]: *ucheb.posobie* / V. Ya.Ushakov, N.N.Kharlov, P.S.Chubik // Tomsk: Izd-vo TPU, 2015. – 283 p.

6 **Ushakov, V. Ya.** Sovremennyye problemy elektroenergetiki : *uchebnoye posobiye* [Modern problems of electric power industry: textbook] / V. YA. Ushakov // Tomsk : Izd-vo TPU, 2014. – 447 p.

7 **Choubey, G.** Effect of variation of angle of attack on the performance of two-strut scramjet combustor / G. Choubey, K. M. Pandey // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2016. – № 41. – P. 11455–11470.

8 **Patankar, S. V.** A calculation procedure for heat, mass and momentum transfer in three-dimensional parabolic flows / S.V. Patankar, D.B. Spalding // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. – 2015. – P.1787–1806.

9 **Meile, W.** Experiments and numerical simulations on the aerodynamics of the ahmed body / W.Meile, G.Brenn, A.Reppenhagen, B. Lechner, A. Fuchs // *CFD Letter*. – 2011. – № 3. – P.32–39

10 **Chang, W.J.** Natural convection for the melting of ice in porous media in a rectangular enclosure / W.J. Chang, D.F. Yang // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. – 2011. – P. 2333–2348.

11 **Yuxin, Wu.** Dimensional simulation for a entrained flow coal slurry gasifier / Yuxin Wu., Jiansheng Zhang, Philip J.Smith, Hai Zhang, Charles Reid, Junfu Lv, Guangxi Yue. Three // *Energy fuels*. – 2010. – № 24. – P.1156 – 1163.

12 **Parente, A.** Identification of low-dimensional manifolds in turbulent flames / Parente A., Sutherland J.C., Tognotti L., Smith P.J. // *Proceedings of the Combustion institute*. – 2009. – № 32. – P. 1579–1586.

13 **Shen, G.** Emission factors and particulate matter size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons from residential coal combustions in rural Northern China / Shen G.,Wang W.,Yang Y., Zhu C., Min Y., Xue M.; Ding J.; Tao S. // *Atmos. Environ*. – 2010. – № 44 – P. 5237–5243

14 **Kudinov, A. A.** [Assessing the smoke-stack performance with boiler unit flue gases cooled below the dew point](#) / A. A. Kudinov, S. K. Ziganshina // *Thermal Engineering*. – 2024 – P. 340-347

15 Pat. №35521 Republica Kazakhstan. Promyshlennyy vodogreynyy kotel maloi monosti [Industrial water heating boiler of low power] / Urmashv B.

A., Khazimov M.ZH., Idrishev K.Zh, Kasymbaev B.M., Khazimov K.// publ. 18.02.2022 g.

16 **Kudasheva, A. B.** Reduction of harmful emissions in low-power water-heating solid fuel boilers KVTS-0.2 / A. B. Kudasheva, M.ZH. Khazimov // AIP Publishing. – 2023. – 7 p.

Поступило в редакцию 05.09.24

Поступило с исправлениями 08.11.24

Принято в печать 04.12.24

\*А. Б. Кудашева<sup>1</sup>, М. Ж.Хазимов<sup>2</sup>, З. А. Мансуров<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> F. Даукеев атындағы Алматы энергетика мен байланыс университеті», Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

<sup>1,2,3</sup>Жану проблемалары институты, Қазақстан Республикасы, Алматы қ. 05.09.24 ж. баспаға түсті.

08.11.24 ж. түзетулерімен түсті.

04.12.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

## ТӨМЕН ҚУАТТЫ СУ ҚАЗАНДЫҚТАРЫНДА АУА ЖЕТКІЗУДІҢ ЖАҢА БАСҚАРУ СҰХБАСЫ

*Энергетикалық отынның қымбаттауына және төмен сұрыпты отынды пайдаланудың өсуіне байланысты төмен қуатты қазандықтарда жану тиімділігін арттыру міндеті өзекті болып тұр. ТМД елдерінде қазандық өндірісінде е өнімділік төмен. Бұл қазандықтардың барлығы тек жоғары сапалы отынды пайдаланады. Бұл қазандықтардың негізгі кемшілігі олардың төмен тиімділігі болып табылады, ал жану камерасының дизайны мынандай теріс сипаттамаларға ие: жану камерасының шағын көлемі және көмірдің тиімсіз жануы.*

*Жанбаған газдар мен ұсақ бөлшектердің жану камерасында болу уақытын ұлғайту олардың толық жануына әкеледі, осылайша қоршаған ортаға зиянды шығарындыларды азайтады. Мақалада барлық отын жану үшін оның конструкциясын оңтайландыру арқылы қазандықтың тиімділігін арттыру әдістері қарастырылады. Жаңартылған KVTC-0,2 су жылытқыш қазандығының сынақтарының нәтижелері қазандықтың тиімділігін арттыру оның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін бағалаумен ұсынылған. Жану камерасының аэродинамикасын тереңірек және жан-жақты зерттеу жүргізілді. Төмен қуатты қазандардағы жану камерасының*

торындағы жылдамдық диаграммаларын және артық ауаны анықтау үшін қазандыққа ауа беруді есептеу үшін математикалық модель құрылды. Нәтижесінде ауа жетіспейтін отынның жану аймақтары анықталды. Толық жану режимінде жұмыс істейтін қазандықтың тиімділігін арттыру үшін келесі шаралар қабылданды: 1. конструкцияны оңтайландыру: біркелкі және толық жануды қамтамасыз ету үшін қазандықтың, оның ішінде оттықтар мен жылу алмастырғыштардың конструкциясына өзгерістер енгізілді. Бұл жану процесінің тиімділігін арттырады; 2. жақсартылған жылу диссипациясы.

*Кілтті сөздер:* су жылытқыш қазандық, қатты отын, тұрақты төсем, көмір, тор, төмен қуатты қазандықтар.

\*A. B. Kudasheva<sup>1</sup>, M. Zh. Khazimov<sup>2</sup>, Z. A. Mansurov<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Almaty University of Energy and Communications named after Gumarbek Daukeev, Republic of Kazakhstan, Almaty

<sup>1,2,3</sup>Institute of Combustion Problems, Republic of Kazakhstan, Almaty

Received 05.09.24

Received in revised form 08.11.24

Accepted for publication 04.12.24

## **NEW SCHEME OF CONTROL AND AIR SUPPLY IN A LOW-POWER HOT WATER BOILER**

*The increase in the efficiency of energy production and the utilization of low-grade fuels in low-power boilers are crucial for sustainable development. The efficiency of steam production in conventional boilers is generally low in developing countries. These boilers primarily use high-quality fuels, and their main drawback is the low efficiency associated with their combustion. The fundamental limitation of these boilers lies in their low efficiency, but improvements can be achieved through the design of the combustion chamber, particularly in terms of its small volume and the independent combustion of coal.*

*Increasing the residence time of unburned gases and fine particulate matter in the combustion chamber leads to their complete combustion, thereby reducing harmful emissions into the environment. The article explores methods of increasing boiler efficiency through the optimization of its design for full-layer combustion.*

*The results of tests on the modernized hot water boiler KVTs-0.2 are presented, with an evaluation of its technical and economic indicators indicating an increase in boiler efficiency. A more in-depth and comprehensive study of the aerodynamics of the combustion chamber was conducted. A mathematical model for calculating air supply to the boiler was developed to determine velocity contours and excess air on the cowl grate of the combustion chamber in low-power boilers. As a result, fuel burning zones experiencing a lack of air were identified. To enhance the efficiency of a boiler operating in a full-layer combustion mode, the following measures were taken: 1. Structural optimization: Changes were made to the boiler's design, burners, and heat exchangers to ensure more uniform and complete fuel combustion, thus improving the efficiency of the combustion process; 2. Improvement of heat dissipation.*

*Keywords: hot water boiler, solid fuel, fixed bed, coal, cowl, low-power boiler.*

Теруге 04.12.2024 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2024 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 №4317

Сдано в набор 04.12.2024 г. Подписано в печать 30.12.2024 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 № 4317

«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](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.vestnik-energy.tou.edu.kz](http://www.vestnik-energy.tou.edu.kz)