Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы

1997 жылдан бастап шығады

ВЕСТНИК Торайгыров университета

Энергетическая серия

Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№3 (2026)

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/BTOUEn3.2026/2710-3420

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 алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	*д.т.н., профессор*
Никифоров А. С.,	*д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н.,	*д.т.н., профессор*
Алиферов А. И.,	*д.т.н., профессор (Российская Федерация)*
Кошеков К. Т.,	*д.т.н., профессор*
Приходько Е. В.,	*к.т.н., профессор*
Кислов А. П.,	*к.т.н., доцент*
Нефтисов А. В.,	*доктор PhD*
Шерьязов С. К.	т.ғ.д., *профессор (Российская Федерация)*
Искакова З. С.	*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

МРНТИ 44.31.35

https://doi.org/10.48081/BTOUEn3.2026/353-364

А. Е. Карманов[1], *А. У. Габдулов[2], Н. М. Арипова[3], А. П. Плевако[4], А. К. Баянова[5]

[1,2,3,4,5]Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
[1]ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7512-0275
[2]ORCID: https://orcid.org/0009-0001-3266-8270
[3]ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2760-8617
[4]ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3080-5531
[5]ORCID: https://orcid.org/0009-0004-7476-529X
*e-mail: gabdulov25@mail.ru

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ

В данной статье рассматривается вопрос разработки устройства для утилизации органических отходов с низким содержанием горючих веществ. В качестве органических отходов исследуются угольная мелочь и вскрышные породы. Масштабность добычи угля в Казахстане неизбежно сопровождается большими объёмами отходов, среди которых особое место занимает угольная мелочь, которая достигает 2 % от общего объема добычи угля.

Проведенный анализ показывает, что наиболее эффективным решением утилизации угольных отходов для генерации теплоты в Республике Казахстан является использование ретортной горелки. Её использование позволяет сжигать низкокалорийное топливо с высоким содержанием негорючей части. Недостатком ретортной горелки является недогорание частиц топлива вследствие их различного размера.

Авторами разработано устройство на основе ретортной горелки для сжигания угольных отходов с высокой энергоэффективностью за счет дожигания частиц топлива, выходящих из зоны горения на головке горелки и содержащих механический недожог и с автоматическим контролем процесса дожигания.

Ретортная горелка сочетается с рекуперативным узлом дожигания, позволяющим улавливать и эффективно сжигать

падающие несгоревшие частицы, одновременно повышая температуру воздуха, подаваемого в основную зону горения. Повышение КПД устройства происходит за счет дожигания механического недожога и использования этой теплоты.

Ключевые слова: органические отходы, механический недожог, энергоэффективность, подогрев воздуха, угольная мелочь, ретортная горелка.

Введение

Современные тенденции в области энергетики и утилизации бытовых и производственных отходов требуют применения высокоэффективных теплотехнических устройств, способных работать на широком спектре твёрдого топлива, включая низкокалорийные отходы. Работа с отходами, особенно с низкокалорийными видами биомассы и органическими остатками, сопровождается рядом технических проблем: нестабильным горением, большим выделением летучих веществ, образованием значительного количества несгоревших частиц, требующих дополнительного дожига. Всё это приводит к снижению эффективности горения, повышению себестоимости теплоты и росту экологических выбросов.

В Казахстане актуальным является вопрос утилизации угольных отходов с генерацией теплоты. Масштабность добычи угля в Казахстане неизбежно сопровождается большими объёмами отходов, среди которых особое место занимает угольная мелочь – тонкодисперсные остатки, образующиеся при дроблении, обогащении, транспортировке и хранении угля [1]. В процессе добычи угля до 2 % мелкой фракции может не реализовываться и накапливаться в отвалах, что негативно сказывается на окружающей среде. Для Казахстана это количество может достигать миллионов тонн ежегодно [2].

Кроме угольной мелочи в процессе добычи угля образуются вскрышные породы, содержащие горючую часть. Вскрышные породы, угольная мелочь, угольные шламы и т.д. складируются на угольных отвалах. Вследствие содержания горючей части, угольные отвалы часто горят. Значительное количество добываемого в Казахстане угля, которое в 2024 году составило 112 986,3 тыс. тонн [3], заставляет задуматься о выборе оптимального решения для утилизации угольных отходов Казахстана.

Одним из наиболее перспективных решений, применяемых в отопительных агрегатах и установках по сжиганию органических отходов, является ретортная горелка. Данный тип горелок представляет собой устройство, в котором топливо подаётся шнеком в головку реторты и сгорает

на её поверхности, что обеспечивает дозированную подачу и упрощённое удаление золы [4].

Одним из ключевых преимуществ ретортной горелки является возможность использования низкокалорийных промышленных отходов. Согласно технической документации производителей [5], подобные устройства способны эффективно сжигать топливо с теплотворной способностью от 1610 ккал/кг, что позволяет применять их для утилизации органических отходов.

Несмотря на конструктивные достоинства, эффективность устройств для сжигания низкосортного топлива остаётся сильно вариативной. По данным исследований [6] эффективность пеллетных ретортных горелок может составлять от 60 до 90 %, при этом конечные значения зависят от качества топлива, параметров подачи воздуха и особенностей конструкции горелочного устройства. При любом топливе с неравномерным фракционным составом эффективность горения часто снижается из-за неполного сгорания частиц топлива.

Одним из основных факторов потерь тепловой энергии является механический недожог, то есть количество несгоревших частиц топлива, удаляемых с золой. Например, для угля марки ДСМШ (Длиннопламенный уголь, фракция «семечко», мелкий, штыб.) механический недожог при сжигании топлива в ретортной горелке (водогрейного котла типа Carborobot-40, мощностью 40 кВт) составляет 5,2 %. На ряде других котельных агрегатов это значение может доходить до 10 % [7]. Повышенный механический недожог ведёт к прямым энергетическим потерям и снижению эксплуатационной эффективности.

Однако при сжигании отходов этот показатель зачастую оказывается значительно выше из-за неоднородности фракции, низкой калорийности топлива и недостаточной турбулизации воздушных потоков [8].

Материалы и методы

Рассмотрим варианты повышения эффективности сжигания топлива в ретортной горелке.

Во-первых, повышение КПД ретортной горелки вследствие обеспечения сжигания одинаковой фракции топлива. Для обеспечения однородной фракции топлива требуется дополнительная переработка топлива: измельчение, грохочение, сушка и контроль распределения частиц по размерам (PSD). Эти технологические этапы повышают себестоимость производства единицы тепла, что подтверждают исследования по себестоимости и влиянию размера частиц на качество топлива [9].

Во-вторых, повышение КПД ретортной горелки за счет качественного регулирования подачи воздуха. Избыточная подача воздуха в камеру сгорания увеличивает потери тепла с уходящими газами, так как нагреваемый избыточный воздух забирает часть теплоты, и при неоптимизированной системе это снижает суммарный КПД устройства. Эффект зависит от конструкции котла, влажности и свойств топлива, поэтому точное количество потерь определяется экспериментально [10].

В-третьих, это использование новых эффективных устройств для сжигания, обладающих невысокой стоимостью.

Предполагаемое устройство должно в первую очередь осуществлять процесс дожига недогоревших частиц, поэтому оно должно содержать колосниковую решетку и подачу воздуха на горение. Во вторую очередь, теплота, получаемая при дожиге частиц, должна полезно использоваться для функционирования ретортной горелки. Рациональным решением отвечающим вышеуказанным требованиям является использование рекуперативного теплообменника с дожиганием недогоревших частиц.

В связи с этим в данной статье поставлена задача – разработать устройство на основе ретортной горелки для сжигания угольных отходов с высокой энергоэффективностью за счет дожигания частиц топлива, выходящих из зоны горения на головке горелки и содержащих механический недожог с автоматическим контролем процесса дожигания.

Результаты и обсуждение

Повышение эффективности сжигания угольных отходов в разработанном устройстве осуществляется за счёт использования рекуперативного устройства для дожигания несгоревших частиц и подогрева за счет этой теплоты воздуха, который подается в ретортную горелку для сжигания частиц угольных отходов.

Устройство для сжигания угольных отходов представлено на рисунке 1.

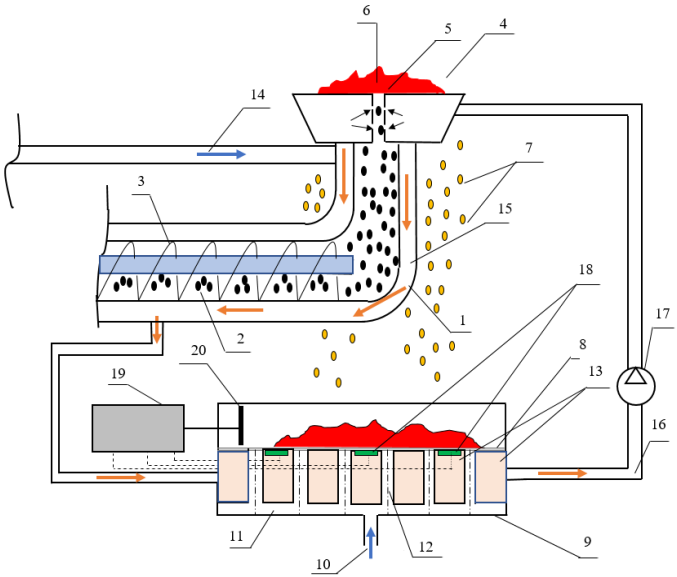


Рисунок 1 – Устройство для сжигания угольных отходов

1 – Корпус ретортной горелки; 2 – угольные отходы, подаваемые на сжигание; 3 – шнек; 4 – головка ретортной горелки; 5 – сопла в головке ретортной горелки; 6 – отверстие для подачи топлива; 7 – частицы с механическим недожогом; 8 – колосниковая решётка; 9 – установка для дожигания механического недожога; 10 – воздух для дожигания частиц с механическим недожогом; 11 – распределительное устройство; 12 – трубы для подачи воздуха на колосниковую решетку; 13 – межтрубное пространство; 14 – воздух для сжигания угольных отходов в ретортной горелке; 15 –межтрубное пространство корпуса горелки; 16 – воздухопровод; 17 – вентилятор; 18 – датчики температуры; 19 – преобразователь; 20 –толкатель.

В горелку 1 подаются угольные отходы 2, которые внутри горелки перемещаются за счет шнека 3 в головку горелки 4, где происходит их сжигание. В головке горелки 4 расположены сопла 5, которые подают воздух для горения.

Частицы угольных отходов, проходя в головке горелки 4 снизу вверх через отверстие 6, попадают на горизонтальную часть головки горелки 4. Далее за счет поступления новых порций топлива, предыдущие

частицы угольных отходов начинают движение от центра головки горелки 4 радиально к ее периферии. В это время происходит их горение.

После прохождения головки горелки 4 частицы 7, содержащие механический недожог, падают за пределы головки горелки. Эти частицы 7, содержащие механический недожог, содержат в себе как полностью сгоревшую часть, то есть золу, так и частично недогоревшую часть (механический недожог). Неполное сгорание частиц 7, содержащих механический недожог, которые падают с головки горелки 4, объясняется использованием органических отходов 2, содержащих разные размеры исходных частиц. Мелкие частицы сгорают и образуют золовые частицы, более крупные частицы не успевают за время нахождения в зоне горения на головке горелки 4 полностью прогореть.

В дальнейшем частицы 7, содержащие механический недожог, попадают на колосниковую решетку 8 устройства для дожигания механического недожога 9, где за счет подачи вертикально снизу воздуха 10 для дожигания этих частиц, они догорают. Воздух 10 для дожигания частиц 7, содержащих механический недожог, подается через распределительное устройство 11 и далее по трубам для подачи воздуха 12 на колосниковую решетку 8.

В межтрубное пространство 13 подается воздух 14, который проходит в межтрубном пространстве 15 части горелки 1, содержащей зону подачи топлива в головку горелки 4, расположенную над устройством для дожигания механического недожога 9. Зона подачи топлива в головку горелки 4 расположенная над устройством для дожигания механического недожога 9 представляет собой устройство “труба в трубе”, где по внутренней трубе проходят органические отходы в головку горелки 4, а в межтрубном пространстве 15 идет воздух 14, подаваемый в межтрубное пространство 13 устройства для дожигания механического недожога 9. Этот воздух 14, проходя в межтрубном пространстве 15 части горелки 1, содержащей зону подачи топлива в головку горелки 4, нагревается за счет теплоты, отдаваемой при дожигании частиц 7, содержащих механический недожог, вследствие расположения этой части горелки над устройством для дожигания механического недожога 9. Далее этот воздух 14, проходя в межтрубном пространстве 13, нагревается за счет теплоты от соприкосновения с колосниковой решеткой 8 устройства для дожигания механического недожога 9 и далее поступает в воздухопровод 16, в котором установленный вентилятор 17 подает уже нагретый воздух непосредственно в сопла 5 головки горелки 4 для сжигания угольных отходов 2.

По мере прогорания частиц 7, содержащих механический недожог, на колосниковой решетке 8 устройства для дожигания механического

недожога 9, образующиеся золовые частицы необходимо удалять. Для этого установлены датчики температуры 18, которые закреплены на колосниковой решетке 8 устройства для дожигания механического недожога 9 со стороны межтрубного пространства 13. При снижении среднеарифметической температуры, которую выдают датчики температуры 18, ниже заданного уровня, преобразователь 19, получая сигналы от датчиков температуры 18, посредством действия толкателя 20 на золовые частицы, убирает их с колосниковой решетки 8 устройства для дожигания механического недожога 9. Количество устанавливаемых датчиков температуры принимают равным трем. Они расположены на продольной осевой линии рекуперативного устройства и находятся: один датчик в середине отрезка, соединяющего боковые стенки рекуперативного устройства, а два остальных датчика – на отрезках между центральным датчиком и боковыми стенками устройства для дожигания механического недожога 9. После сброса золовых частиц, толкатель 20 возвращается в исходное положение.

Вновь падающие с головки горелки 4 частицы 7, содержащие механический недожог, начинают образовывать слой на колосниковой решетке 8, который снова выделяет теплоту, направляющийся по воздухопроводу 16 на сжигание угольных отходов 2.

Разработанное устройство позволяет использовать теплоту от дожигания механического недожога для нагрева воздуха, подаваемого для сжигания в ретортную горелку. Устройство не требует значительных капитальных затрат, простое в эксплуатации, не требует существенных затрат электроэнергии. С экологической точки зрения повышение эффективности сжигания сокращает удельный расход топлива, недогоревших частиц, что сокращает количество выбросов вредных веществ.

Ретортная горелка сочетается с рекуперативным узлом дожигания, позволяющим улавливать и эффективно сжигать падающие несгоревшие частицы, одновременно повышая температуру воздуха, подаваемого в основную зону горения. Внедрение подобного решения позволяет уменьшить механический недожог, стабилизировать процесс горения и повысить общую эффективность ретортной горелки.

Информация о финансировании

Исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP26196911)

Выводы

1. Разработанное устройство с рекуперативным узлом дожигания обеспечивает более полное сгорание топлива за счёт улавливания и дожигания несгоревших частиц.

2. Использование данного устройства позволит решить две важные задачи: обеспечить утилизацию угольных отходов, которые в Казахстане в больших количествах складируются на отвалах, и генерировать тепловую энергию с низкой себестоимостью за счет использования в качестве топлива отходов угольной промышленности. С экологической точки зрения повышение эффективности процесса сжигания способствует снижению удельного расхода топлива, несгоревших частиц, что приводит к сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Применение предложенного решения способствует повышению энергоэффективности установки и снижению экологической нагрузки за счёт более рационального использования угольных отходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Жолдасбай, Е. Е., Аргын, А. А., Досмухамедов, Н. К.** Инновационные технологии для утилизации отходов от сжигания угля – ядро устойчивого развития угольной отрасли [Текст] // Горный журнал Казахстана. – 2023. – № 5. – С. 24–28.

2 Наука Казахстана [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nauka.kz/page.php/upload/images/images/upload/files/error.html?lang=1&new=&news_id=9730&page_id=1001&utm_source/ (Дата обращения: 01.12.2025).

3 Бюро национальной статистики Казахстана [Электронный ресурс]. – URL: https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-industrial-production// (Дата обращения: 01.12.2025).

4 Ретортная горелка (определение) [Электронный ресурс]. – URL: https://firebox.com.ua/ru/retortnaya-gorelka-opredelenie/ (Дата обращения: 01.12.2025).

5 Паспорт и руководство по эксплуатации. Котлы пеллетные Lavoro Eco. [Электронный ресурс]. – URL: https://static.proteplo-spb.ru/iblock/ca6/ca6de3aca0b9860bf975ba5990cb31f3/cf5ff42b61a9d370eef8a2b325c40989.pdf / (Дата обращения: 26.11.2025).

6 **Garcia-Maraver, A., Pérez-Jiménez, J. A.** Biomass Pelletization. Standards and Production. // – Southampton: WIT Press. – 2015. – 92 p. – ISBN 978-1-78466-062-8.

7 **Богомолов, А. Р., Анферов, Б. А., Темникова, Е. Ю., Лапин, А. А.** Анализ эффективности работы котельного агрегата «CARBOROBOT–40» [Текст] // Ползуновский вестник. – 2015. – №4. – Т. 1. – С. 61-67.

8 Ретортные пеллетные горелки [Электронный ресурс]. – URL: https://gazanet.ru/info/retortnye-pelletnye-gorelki/ (Дата обращения: 26.11.2025.

9 **Li, W., Wang, M., Meng, F., Zhang, Y., Zhang, B.** A review on the effects of pretreatment and process parameters on properties of pellets // Energies. – 2022. – Vol. 15, № 19. – Article 7303. – https://doi.org/10.3390/en15197303.

10 **Zhang, G.** Study on Optimum Excess Air Coefficient for Power Plant Boilers // Proceedings of the 2015 International Conference on Mechatronics, Electronic, Industrial and Control Engineering. – 2015. – P. 1374–1378. – https://doi.org/10.2991/meic-15.2015.315.

REFERENCES

1 **Zholdasbay, E. E., Argyn, A. A., Dosmukhamedov, N. K.** Innovatsionnye tekhnologii dlya utilizatsii otkhodov ot szhiganiya uglya – yadro ustoychivogo razvitiya ugolnoy otrasli [Innovative technologies for the utilization of coal combustion waste are the core of sustainable development of the coal industry] [Text] // Gornyy zhurnal Kazakhstana. – 2023. – №5. – P. 24-28.

2 Nauka Kazakhstana [Science of Kazakhstan] [Electronic resource]. – Access mode: https://www.nauka.kz/page.php/upload/images/images/upload/files/error.html?lang=1&new=&news_id=9730&page_id=1001&utm_source/ (Accessed: 01/12/2025).

3 Byuro natsionalnoy statistiki Kazakhstana [Bureau of National Statistics of Kazakhstan] [Electronic resource]. – Access mode: https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-industrialproduction// (Accessed: 01/12/2025).

4 Retortnaya gorelka (opredelenie) [Retort burner (definition)] [Electronic resource]. – Access mode: https://firebox.com.ua/ru/retortnaya-gorelka-opredelenie/ (Accessed: 01/12/2025).

5 Pasport i rukovodstvo po ekspluatatsii. Kotly pelletnye Lavoro Eco. [Passport and instruction manual. Lavoro Eco pellet boilers] [Electronic resource]. – Access mode: https://static.proteplo-spb.ru/iblock/ca6/ca6de3aca0b9860bf975ba5990cb31f3/cf5ff42b61a9d370eef8a2b325c40989.pdf/ (Accessed: 26/11/2025).

6 **Garcia-Maraver, A., Pérez-Jiménez, J. A.** Biomass Pelletization. Standards and Production. // – Southampton: WIT Press. – 2015. – P. 92. – ISBN 978-1-78466-062-8.

7 **Bogomolov, A. R., Anferov, B. A., Temnikova, E. Yu., Lapin, A. A.** Analiz effektivnosti raboty kotelnogo agregata «CARBOROBOT–40» [Analysis of the efficiency of the boiler unit “CARBOROBOT-40”] [Text] // Polzunovskiy vestnik. – 2015. – №4. – Vol. 1. – P. 61–67.

8 Retortnye pelletnye gorelki [Retort pellet burners] [Electronic resource]. – Access mode: https://gazanet.ru/info/retortnye-pelletnye-gorelki/ (Accessed: 26/11/2025).

9 **Li, W., Wang, M., Meng, F., Zhang, Y., Zhang, B.** A review on the effects of pretreatment and process parameters on properties of pellets // Energies. – 2022. – Vol. 15, № 19. – Article 7303. – https://doi.org/10.3390/en15197303.

10 **Zhang, G.** Study on Optimum Excess Air Coefficient for Power Plant Boilers // Proceedings of the 2015 International Conference on Mechatronics, Electronic, Industrial and Control Engineering. – 2015. – P. 1374–1378. – https://doi.org/10.2991/meic-15.2015.315.

Поступило в редакцию 31.07.26.
Поступило с исправлениями 26.08.26.
Принято в печать 03.09.26.

*А. Е. Карманов[1], *А. У. Габдулов[2], Н. М. Арипова[3],*
А. П. Плевако[4], А. К. Баянова[5]
[1,2,3,4,5]Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
31.07.26 ж. баспаға түсті.
26.08.26 ж. түзетулерімен түсті.
03.09.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ТӨМЕН ЖАНҒЫШ ЗАТТАР ҚҰРАМЫ БАР КӨМІР ҚАЛДЫҚТАРЫН КӘДЕГЕ ЖАРАТУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫНЫ ӘЗІРЛЕУ

Бұл мақалада жанғыш заттардың мөлшері төмен органикалық қалдықтарды кәдеге жаратуға арналған құрылғыны әзірлеу мәселесі қарастырылады. Органикалық қалдықтар ретінде көмір ұнтағы және аршынды жыныстар зерттеледі. Қазақстанда көмір өндірудің ауқымдылығы сөзсіз түрде үлкен көлемдегі қалдықтардың түзілуімен қатар жүреді, олардың ішінде көмір ұнтағы ерекше орын алады және ол жалпы өндірілген көмір көлемінің шамамен 2 %-ына дейін жетеді.

Жүргізілген талдау нәтижелері Қазақстан Республикасында жылу энергиясын өндіру кезінде көмір қалдықтарын тиімді кәдеге жаратудың ең оңтайлы тәсілдерінің бірі ретортты оттықты қолдану болып табылатынын көрсетеді. Оны қолдану жанғыш бөлігі аз, төмен калориялы отынды жағуға мүмкіндік береді. Алайда ретортты жанарғының кемшілігі – отын бөлшектерінің әртүрлі өлшемдеріне байланысты олардың толық жанбауы болып табылады.

Авторлар ретортты жанарғы негізінде көмір қалдықтарын жоғары энергия тиімділікпен жағуға арналған құрылғы әзірледі. Бұл құрылғы жану аймағынан шығатын және механикалық толық жанбаған бөлшектерді қосымша жағу арқылы жұмыс істейді, сондай-ақ дожигание процесін автоматты түрде бақылаумен қамтамасыз етіледі.

Ретортты жанарғы рекуперативті дожигание торабынымен біріктірілген, ол жанбай қалған бөлшектерді тиімді ұстап, толық жағуға мүмкіндік береді, сонымен қатар негізгі жану аймағына берілетін ауаның температурасын арттырады. Құрылғының пайдалы әсер коэффициенті механикалық толық жанбаған отынды жағу және осы жылуды пайдалану есебінен жоғарылайды.

Кілтті сөздер: органикалық қалдықтар, механикалық толық жанбау, энергия тиімділігі, ауаны алдын ала қыздыру, көмір ұнтағы, ретортты жанарғы.

*A. E. Karmanov[1], *A. U. Gabdulov[2], N. M. Aripova[3],*
A. P. Plevako[4], A. K. Bayanova[5]
[1,2,3,4,5]Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Received 31.07.26.
Received in revised form 26.08.26.
Accepted for publication 03.09.26.

DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR UTILIZATION OF COAL WASTE WITH LOW COMBUSTIBLE CONTENT

This article considers the development of a device for the utilization of organic waste with a low content of combustible matter. Coal fines and overburden rocks are studied as organic waste. The large-scale coal mining in Kazakhstan inevitably leads to the formation of significant volumes of

waste, among which coal fines occupy a special place and can reach up to 2 % of the total coal production.

The conducted analysis shows that the most effective solution for the utilization of coal waste for heat generation in the Republic of Kazakhstan is the use of a retort burner. Its application makes it possible to burn low-calorific fuel with a high content of non-combustible components. However, a disadvantage of the retort burner is incomplete combustion of fuel particles due to their different sizes.

The authors have developed a device based on a retort burner for efficient combustion of coal waste. The device ensures higher energy efficiency by afterburning fuel particles leaving the combustion zone, which contain mechanical unburned residues, and includes automatic control of the afterburning process.

The retort burner is combined with a recuperative afterburning unit, which allows capturing and efficiently burning falling unburned particles while simultaneously increasing the temperature of the air supplied to the main combustion zone. The efficiency of the device is improved due to the combustion of mechanical unburned fuel and utilization of the released heat.

Keywords: organic waste, mechanical unburned fuel, energy efficiency, air preheating, coal fines, retort burner.

Теруге 07.09.2026 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2026 ж. қол қойылды.
Электронды баспа
19,0 Mb RAM
Шартты баспа табағы 34,4. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: Шукитова А. Б.
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Тапсырыс № 4601

Сдано в набор 07.09.2026 г. Подписано в печать 30.09.2026 г.
Электронное издание
19,0 Mb RAM
Усл. печ. л. 34,4. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: Шукитова А. Б.
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Заказ № 4601

«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