

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

№ 2 (2025)

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/NRPL3020>

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.,	<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>
Шокубаева З. Ж.	<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

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/UKWC6930>

**А. К. Мерғалимова¹, *М. Б. Айтмағамбетова²,
Н. К. Сейтжаппаров³, Р. А. Умирзаков⁴**

^{1,2,4}Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана;

³Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5990-8182>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7443-9708>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7624-1367>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3047-9046>

*e-mail: aiti.mb@yandex.kz

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗМАЗУТНОЙ РАСТОПКИ КОТЛОАГРЕГАТОВ ПОСРЕДСТВОМ ЧАСТИЧНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

В условиях необходимости повышения эффективности сжигания низкосортных углей и снижения расхода мазута в энергетике предлагаются различные технические решения. Однако существующие методы, включая повышение тонины помола, подогрев аэросмеси и совместное сжигание угля с мазутом, сопровождаются снижением КПД котлоагрегатов и увеличением вредных выбросов. В данной статье рассматривается инновационный способ безмазутной растопки котлоагрегатов, основанный на использовании газообразного топлива, получаемого при нагреве угля без доступа кислорода. Анализируются существующие методы розжига низкосортных углей, их недостатки и влияние на экологическую ситуацию. Основное внимание уделено перспективным технологиям частичной газификации угля, использующим эффект «обратной тепловой волны». Описаны принципы работы слоевого реактора, обеспечивающего получение газового топлива без образования канцерогенов и других вредных веществ. Внедрение метода частичной газификации угля в слоевом реакторе на основе эффекта обратной тепловой волны обеспечивает производство чистого горючего газа без побочных токсичных соединений. Предложенный метод

позволяет исключить использование мазута, улучшить экономические показатели энергоснабжения и снизить экологическую нагрузку за счет сокращения выбросов оксидов серы, азота и углерода.

Ключевые слова: безмазутная растопка, частичная газификация, слоевой реактор, энергоэффективность, экологическая безопасность, выбросы вредных веществ.

Введение

Развитие энергетической отрасли в современных условиях требует внедрения не только экономически обоснованных, но и экологически безопасных решений. В стратегических документах Республики Казахстан, таких как программа «Казахстан – 2050», подчёркивается необходимость перехода к более эффективным и чистым способам использования традиционных видов топлива, в особенности угля. Это объясняется как задачами устойчивого развития, так и экономическими вызовами, связанными с повышением стоимости жидких энергоносителей, в частности мазута [1, с. 148].

Использование мазута в качестве розжигового топлива на теплоэнергетических установках остаётся широко распространённой практикой. Однако данное топливо имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, оно приводит к образованию сажевых отложений и коррозионно-активных соединений, которые значительно ухудшают техническое состояние теплогенерирующего оборудования. Во-вторых, сжигание мазута сопровождается выбросами вредных веществ, включая оксиды азота, серы, углерода и соединения ванадия, что создаёт дополнительную экологическую нагрузку и требует совершенствования систем газоочистки.

Дополнительную проблему составляет экономическая неэффективность хранения и транспортировки мазута, особенно в условиях сурового климата и нестабильных цен на нефтепродукты. Его хранение требует постоянного подогрева, сложных систем циркуляции, а также дорогостоящего технического обслуживания, что делает мазут малоприменимым для устойчивого и безопасного применения в современных энергетических системах.

В этой связи всё большее внимание уделяется технологиям, позволяющим отказаться от мазута без ущерба для надёжности и эффективности пуска котлоагрегатов. Среди наиболее перспективных направлений – внедрение технологий безмазутной растопки, основанных на получении и использовании горючих газов из самого твёрдого топлива.

Одной из таких технологий является частичная газификация угля. В отличие от полной газификации, предполагающей полное преобразование твёрдой фазы в газообразное топливо с последующей очисткой, частичная

газификация нацелена на извлечение летучих горючих соединений при ограниченном доступе кислорода. Получаемый газ может быть немедленно использован в системе котла для розжига и стабилизации факела. Такая технология минимизирует побочные продукты, упрощает структуру оборудования и может быть интегрирована в существующие системы теплоснабжения без масштабной реконструкции.

Настоящая статья посвящена рассмотрению принципов, технологических решений и преимуществ применения технологии частичной газификации угля с целью обеспечения безмазутной растопки котлоагрегатов. Особое внимание уделяется устройству слоевого реактора, основанного на эффекте обратной тепловой волны, обеспечивающего получение экологически чистого и энергетически эффективного газа, пригодного для использования в теплоэнергетических системах.

Материалы и методы

Для преодоления трудностей, связанных с розжигом котлов на низкосортном угле, традиционно применяется комплекс технических решений. Среди них можно отметить:

- модификацию горелок;
- внедрение комбинированных и отдельных схем сжигания;
- повышение степени измельчения топлива (до остатка на сите с размером ячейки 90 мкм при коэффициенте $K_{до} = 6-8 \%$);
- предварительный нагрев аэросмеси (до 410 К) и вторичного воздуха (до 673 К);
- увеличение концентрации пылевидного угля в подаче (до 50 кг/кг) [2, с. 349].

Эти меры, безусловно, повышают надёжность воспламенения, но не решают главной проблемы - зависимости от мазута. Более того, техническое усложнение процессов приводит к ряду негативных эффектов.

Совмещение угля с мазутом, используемое как временная мера для облегчения розжига, ведёт к серьёзному ухудшению экологических показателей. Это выражается в росте концентрации в выбросах соединений ванадия (V_2O_5), оксидов азота (NO_x), углерода (CO), серы (SO_x). Кроме того, сгорание мазута способствует образованию плотных и трудноудаляемых сажистых отложений в хвостовых зонах теплообменных аппаратов. Эти отложения снижают теплоотдачу, ухудшают циркуляцию дымовых газов и, в конечном итоге, приводят к ускоренному износу оборудования.

Дополнительные сложности вызывает логистика мазута - его закупка, хранение в подогретом состоянии, необходимость постоянного контроля параметров. Все это требует существенных затрат и усилий. Следовательно, энергетикам нужен альтернативный подход к организации пуска котлов,

исключающий мазут и при этом обеспечивающий высокий уровень надёжности и экологической безопасности.

Такой альтернативой выступает технология, запатентованная под номером 2450 (авторское свидетельство № 99878 от 17.01.2017 г.) [3], основанная на генерации газообразного топлива из угля в условиях ограниченного доступа кислорода. Процесс осуществляется в отдельной камере-реакторе, где уголь подвергается термической обработке (деструкции), в результате чего высвобождаются летучие горючие вещества. Эти компоненты с помощью вентилятора или компрессора подаются в топку котла, где обеспечивают розжиг и стабилизацию факела.

После пуска оставшийся газ может накапливаться в ресивере (газовом аккумуляторе), откуда он при необходимости подаётся в горелки для поддержания устойчивого горения на стадии выхода котла на номинальный режим. Таким образом, формируется полностью независимая от мазута схема растопки и розжига, в которой весь топливный цикл замыкается на угле, используемом на станции.

С точки зрения конструкции, система требует дополнительного реактора, в котором уголь прогревается до температуры начала выделения летучих фракций (пиролиза), но без доведения до стадии полного распада. Это принципиально отличает частичную газификацию от полной, так как исключаются образование смол, сажи и других побочных продуктов. Наличие вентиляторов позволяет регулировать давление и равномерно подавать газообразное топливо в зону горения.

Особенность предложенной технологии заключается в том, что её можно внедрить в действующие котлоагрегаты без проведения масштабной реконструкции. Это существенно снижает стоимость перехода на безмазутную растопку. За счёт накопления газа в ресивере обеспечивается возможность использования в любых режимах работы котла, включая переменные нагрузки и пуски в условиях низких температур.

Результаты и обсуждение

На основании проведённого анализа и инженерной проработки предложена технологическая схема безмазутной растопки котлоагрегатов, которая основана на использовании горючих летучих веществ, выделяемых из угля в процессе частичной газификации. Реализация схемы осуществляется посредством слоевого реактора, функционирующего на эффекте так называемой «обратной тепловой волны». Этот эффект заключается в том, что фронт теплового разложения движется навстречу поступающему воздуху, создавая устойчивые условия для пиролиза угля без доступа кислорода. В результате получается стабильный поток горючего газа с высокой теплотворной способностью и минимальным содержанием вредных примесей.

На рисунке 1 представлена базовая технологическая схема предлагаемого способа. Процесс начинается с механизированной выгрузки угля с железнодорожных вагонов с использованием вагоноопрокидывателя (1), после чего топливо направляется в приёмный бункер (2). Далее по ленточному транспортеру (3) оно подаётся на предварительную очистку от металлических включений, осуществляемую электромагнитным сепаратором (4), и на классификацию по размеру частиц с помощью вибрационного грохота (5). Мелкие фракции, отсортированные на грохоте, дополнительно измельчаются в молотковой дробилке (6) до необходимой дисперсности и направляются в бункер сырого угля (7), откуда подаются в топочное устройство (8).

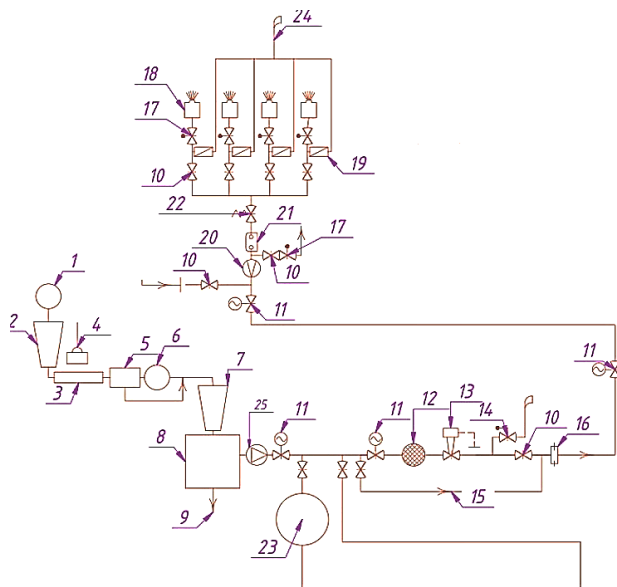


Рисунок 1 – Технологическая схема безмазутной растопки котла, с использованием в качестве растопочного топлива горючих летучих веществ

Именно в этом устройстве осуществляется ключевой этап - термическая обработка угля в режиме с ограниченным доступом кислорода. Это позволяет исключить активное горение и добиться выделения летучих горючих компонентов (в первую очередь – метановых, водородных, оксиглеродных соединений). Твёрдый остаток – термококс – удаляется через отдельный выход (9) и может использоваться повторно.

Выделившийся газ поступает в запорную задвижку (10), управляемую системой автоматики совместно с электроприводной задвижкой (11), а далее проходит через механический фильтр (12), устраняющий мелкие частицы золы. Следующим элементом является регулятор давления (13), обеспечивающий стабильность подачи газа в котлоагрегат. Безопасность обеспечивается с помощью предохранительного клапана (14) и байпасной линии (15), позволяющей экстренно перенаправлять поток.

Управление подачей газа осуществляется через систему расходомеров (16 и 20), между которыми размещены регулирующая задвижка (17) и газовая горелка (18). Для проведения технического обслуживания предусмотрен пробковый кран (19), а в случае возникновения аварийной ситуации поток может быть мгновенно перекрыт быстродействующим клапаном (21). Дополнительная регулировка подачи газа обеспечивается заслонкой (22), а его избыточный объём может быть направлен в газовый ресивер (23), откуда он снова поступает к горелкам при необходимости. Контроль аварийных выбросов реализуется через свечу безопасности (24), а транспортировка смеси осуществляется за счёт вентилятора (25).

Отказ от мазута позволяет устранить целый ряд эксплуатационных проблем. Например, мазут требует постоянного подогрева (до 90–120 °С), чтобы поддерживать его текучесть. Это сопровождается дополнительными энергозатратами, рисками ожогов и возгораний, а также необходимостью использовать дорогостоящие системы циркуляции. Предложенная схема полностью исключает необходимость хранения, подогрева и подачи мазута, что делает её особенно привлекательной для применения в ТЭС, котельных и других объектах теплоэнергетики.

Однако даже среди альтернатив мазуту существуют различные подходы. Например, технологии полной газификации угля с получением синтез-газа обладают рядом преимуществ, но имеют и существенные недостатки. Прежде всего, это высокая капиталоемкость, необходимость сложной газоочистки, снижение термического КПД за счёт многоступенчатости процесса. Частичная газификация в рассматриваемом варианте напротив – технологически проста, легко интегрируется в существующие топki, требует минимальных затрат на переоснащение и выдаёт чистый, пригодный к сжиганию газ.

Особую актуальность технология приобретает при работе с бурым и длиннопламенным углём (марки Б, Д, ДГ) [4, с. 45], обладающим высоким содержанием летучих веществ. Эти типы угля особенно эффективно поддаются термодеструкции, и получаемый из них газ обладает высокой энергетической плотностью.

В ходе работы была апробирована схема с использованием слоевого реактора, реализующего технологию ТЕРМОКОКС–КС [5]. В этом реакторе стенки охлаждаются водой, а горение протекает медленно – со скоростью около 20 см/ч. Такая скорость фронта обеспечивает максимальное извлечение летучих соединений, причём при температуре, достаточной для разрушения смолистых и фенольных компонентов, но недостаточной для их образования в продуктах пиролиза. Газ проходит через слой остаточного угля, действующий как сорбент, дополнительно очищаясь от примесей.

На рисунке 2 представлена схема движения обратной тепловой волны и основных зон реакции. В верхней части происходит подача воздуха, ниже – зона реакции и генерации газа, а на дне – накопление термококса [6]. Такая конфигурация позволяет эффективно контролировать параметры процесса и получать газ с прогнозируемыми характеристиками.

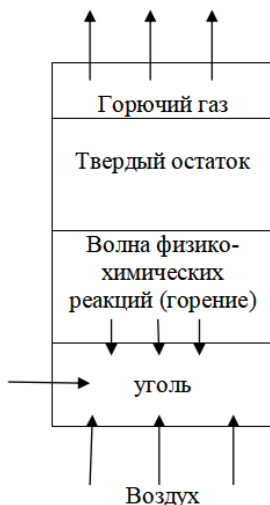


Рисунок 2 – Схема процесса получения горючего газа с обратным дутьём

Компоновка всей установки, включая подачу топлива, газогенератор, ресивер и узел ввода газа в котёл, показана на рисунке 3. В этой схеме отражена логика размещения оборудования, необходимая для реализации технологии на реальном энергетическом объекте без необходимости полной замены топочного устройства.

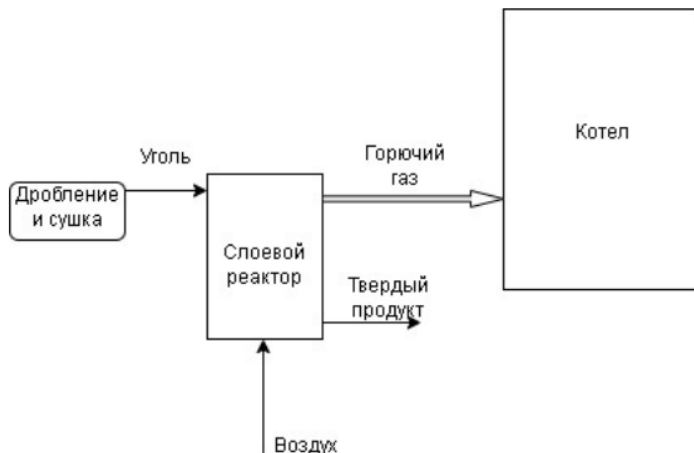


Рисунок 3 – Технология получения газового топлива из слоевого реактора для растопки котлоагрегатов

Особое внимание в исследовании было уделено влиянию влажности исходного угля на температуру устойчивой работы слоя. Было установлено, что при снижении влажности с 25 % до 15 % и далее до 6 %, температура, обеспечивающая стабильную термообработку, также снижается: с 620 °С до 590 °С, а затем - до 550 °С [7, с. 66]. Это обусловлено тем, что вода в топливе поглощает значительное количество тепла на испарение и мешает прогреву частиц до температур разложения.

На рисунке 4 представлен график зависимости содержания летучих веществ от температуры при различной влажности топлива. Видно, что более сухое топливо выделяет больше горючих компонентов при той же температуре [8, с. 7]. Это доказывает, что предварительная сушка – обязательный этап для стабильной и эффективной газификации.

Применение предложенной технологии позволяет получать газ с высокой теплотворной способностью, пригодный для прямого сжигания без доочистки. Более того, остаточный термококс можно использовать повторно как дополнительное топливо или как коммерческий продукт – например, в металлургии или химической промышленности. Таким образом, реализуется концепция безотходного использования угля.

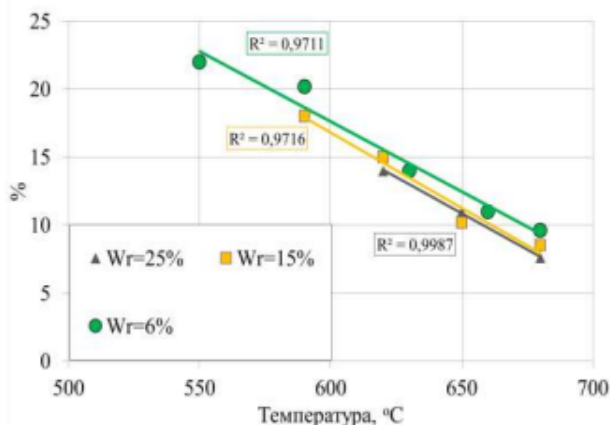


Рисунок 4 – Влияние температуры термообработки на содержание летучих веществ при разной влажности угля

Информация о финансировании

Данное исследование публикуется в рамках реализации грантового финансирования научных проектов Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, ИРН AP19675062 «Разработка чистой угольной технологии для получения летучих горючих веществ».

Выводы

Результаты проведенного анализа и предложенные инженерные решения подтверждают, что технология частичной газификации угля с применением слоевого реактора является эффективной альтернативой традиционным способам розжига котлов с использованием мазута. В отличие от полного пиролиза или синтез-газовых схем, данная методика позволяет достичь баланса между простотой реализации, экономической эффективностью и высокой степенью экологической безопасности [9, с. 349].

Одним из важнейших отличий предложенного метода является полное отсутствие в образующемся газе смол, сажи, канцерогенных веществ, фенолов и других побочных продуктов термического разложения, что достигается за счёт низкой скорости фильтрации газа через слой угля и строго контролируемых температурных режимов. Благодаря этому достигается высокая степень чистоты газа, позволяющая использовать его непосредственно в газовых горелках, котлах, двигателях внутреннего сгорания без предварительной очистки.

Кроме того, технология обеспечивает минимальные выбросы загрязняющих веществ. Так, при сжигании получаемого газа содержание

оксидов серы, азота, углерода и твёрдых частиц в продуктах сгорания значительно ниже, чем при традиционном сжигании низкосортного угля. В отдельных случаях достигается уровень выбросов менее 0,5 кг/Гкал, что соответствует самым строгим требованиям природоохранного законодательства и позволяет отнести установку к категории практически безотходных производств.

Дополнительным преимуществом технологии является её универсальность: установка может быть адаптирована к различным типам котлов и интегрирована в существующие системы без масштабной реконструкции. Слоевой реактор может быть встроен в топку либо размещён в смежном помещении, соединённом с котлоагрегатом системой газоподачи. Подобная гибкость особенно важна для объектов малой и средней теплоэнергетики, где ресурсы на переоборудование ограничены, а требования к экологичности и надёжности постоянно возрастают.

На практике технология включает следующие стадии: подача предварительно подготовленного угля в псевдоожиженный слой реактора, его термообработка при температуре 750–800 °С, выделение горючих компонентов и последующее сжигание газа в основной камере. Оставшийся после процесса твёрдый остаток (термококс) не выбрасывается, а используется повторно – как в энергетических целях, так и как сырьё в металлургических процессах, что дополнительно повышает экономическую отдачу.

Таким образом, предложенная технология не только позволяет отказаться от мазута как розжигового топлива, но и формирует основу для построения безотходных, энергоэффективных и экологически безопасных теплоэнергетических систем нового поколения [10, с. 188]. Это особенно актуально в условиях перехода к устойчивой энергетике и развития «зелёных» технологий в Республике Казахстан и за её пределами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Мергалимова, А. К., Онгар, Б., Георгиев, А., Калиева, К., Абитаева Р., Биссенбаев П. Параметры термической обработки угля с целью получения горючих летучих веществ // Энергия, № 224. – 2021. – С. 148.

2 Онгар, Б., Сарсенбаев, Е. А., Мергалимова, А. К. Чистые угольные технологии : монография [Текст]. – Алматы, 2023. – С. 349.

3 Алияров, Б. К., Мергалимова, А. К. Пат. 2450. Способ безмазутной растопки котлоагрегатов // Оpubл.30.10.2017, Бюл. № 20.

4 Aliyarov, B., Mergalimova, A., Zhalmagambetova, U. Application of coal thermal treatment technology for oil-free firing of boilers // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. – 2018. – Vol 2. – P. 45–54.

5 Евразийский патент № 007801, МПК C10B 49/10. Способ получения металлургического среднетемпературного кокса: № 200801917: заявл. 25.10.2005: опубл. 27.02.2007 / Исламов С.Р., Степанов С.Г. (РФ). – Бюл. ЕАПО 1. – Текст : непосредственный.

6 Патент № 2359006 Российская Федерация, МПК C10B 49/10. Способ переработки угля: № 200811726 6: заявл. 05.05.2008: опубл. 20.06.2009 / Исламов С. Р., Степанов С. Г. – Бюл. 17. – Текст: непосредственный.

7 **Михалев, И. О., Исламов, С. Р.** Энерготехнологическое производство на основе частичной газификации углей низкой степени метаморфизма / И. О. Михалев, С. Р. Исламов // Материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием «Горение твердого топлива», 2012. – С. 66–70.

8 **Кондратьев, Р.** Комплексное повышение энерго-эффективности и экологичности твердотопливной котельной // Журнал «Материалы IV Международной научной конференции «Строительство и архитектура : теория и практика инновационного развития» (CATPID-2021 Часть 1). – 2021. – № 281. – С. 7.

9 **Исламов, С. Р.** О новой концепции использования угля // Уголь. – 2007. – № 5. – С. 67–69.

10 **Дягилев, Д. В., Шаврин, В. А., Празян, Т. Л.** Безотходное использование углей // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции «Экология и безопасность в техносфере : Современные проблемы и пути решения» – Томск, 2017. – С. 188–191.

REFERENCES

1 **Mergalimova, A. K., Ongar, B., Georgiev, A., Kalieva, K., Abitaeva, R., Bissenbaev P.** Parametry` termicheskoy obrabotki uglya s cel'yu polucheniya goryuchix letuchix veshhestv [Parameters of heat treatment of coal to obtain combustible volatile substance] // Energy Volume 224. – 2021. – 148 p.

2 **Ongar, B., Sarsenbaev, E. A., Mergalimova, A. K.** Chisty'e ugol'ny'e tehnologii : monografiya [Clean Coal Technologies : monograph] [Text]. – Almaty, 2023. – 349 p.

3 **Aliyarov, B. K., Mergalimova, A. K.** Pat. 2450. Sposob bezmazutnoj rastopki kotloagregatov [Method of non-fuel oil firing of boiler units] // opubl.30.10.2017, Byul. № 20.

4 **Aliyarov, B., Mergalimova, A., Zhalmagambetova, U.** Application of coal thermal treatment technology for oil-free firing of boilers [Text] // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. – 2018. – Vol 2. – 45–54 p.

5 Евразийский патент № 007801, МПК S10V 49/10. Способ получения металлургического среднетемпературного кокса [Method for producing

metallurgical medium-temperature coke]. № 200801917: 5.zayavl. 25.10.2005: opubl. 27.02.2007 / Islamov S. R., Stepanov S. G. (RF). – Byul. EAPO 1. – Tekst: neposredstvennyj.

6 Patent № 2359006 Rossijskaya Federaciya, MPK S10B 49/10. Spособ pererabotki uglya [Method of coal processing]. № 2008117266 : zayavl. 05.05.2008: opubl. 20.06.2009 / Islamov S. R., Stepanov S. G. – Byul. 17. – Text : neposredstvennyj.

7 **Mihalev, I. O., Islamov, S.R.** Energotekhnologicheskoe proizvodstvo na osnove chastichnoj gazifikacii uglej nizkoj stepeni metamorfizma [Energy technology production based on partial gasification of low-metamorphic coals] / I. O. Mihalev, S. R. Islamov // Materialy VIII Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnymuchastiem «Gorenie tverdogo topliva», 2012. – P. 66–70.

8 **Kondratev, R.** Kompleksnoe povы'shenie e'nergoe'ffektivnosti i e'kologichnosti tverdotoplivnoj kotel'noj [Comprehensive improvement of energy efficiency and environmental friendliness of a solid fuel boiler house] [Text] // Journal «Material of IV International Scientific Conference «Construction and Architecture : Theory and Practice of Innovative Development» (CATPID-2021 Part 1). – 2021. – № 281. – 7 p.

9 **Islamov, S. R.** O novoj koncepcii ispol'zovaniya uglya [On the new concept of coal use] // Ugol'. – 2007. – № 5. – P. 67–69.

10 **Dyagilev, D. V., Shavrin, V. A., Prazyan, T. L.** Bezotxodnoe ispol'zovanie uglej [Waste-free use of coal] // Sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «E'kologiya i bezopasnost' v texnosfere: Sovremennyy'e problemy' i puti resheniya» [Collection of proceedings of the All-Russian scientific and practical conference «Ecology and safety in the technosphere : Modern problems and solutions»]. – Tomsk, 2017. – P. 188–191.

Поступило в редакцию 10.02.25.

Поступило с исправлениями 05.06.25.

Принято в печать 08.06.25.

*А. К. Мерғалимова¹, *М. Б. Айтмағамбетова²,*

Н. Қ. Сейтжаппаров³, Р. А. Умирзаков⁴

^{1,2,4}Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.;

³Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

10.02.25 ж. баспаға түсті.

05.06.25 ж. түзетулерімен түсті.

08.06.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

КӨМІРДІ ІШІНШІЛІ ГАЗДАНДЫРУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙСЫЗ ҚАЗАНДЫҚ ОТТЫН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Энергетика саласында төмен сұрыпты көмірді жағу тиімділігін арттыру және мазут шығынын азайту қажеттілігі аясында әртүрлі техникалық шешімдер ұсынылады. Дегенмен, қолданыстағы әдістер, соның ішінде ұнтақтау, ауа қоспасын қыздыру және көмірді мазутпен бірге жағудың ұсақтығын арттыру, қазандық қондырғыларының ПЭК төмендеуімен және зиянды шығарындылардың ұлғаюымен бірге жүреді. Бұл мақалада оттегіге қол жеткізбей көмірді қыздыру арқылы алынған газ тәрізді отынды пайдалануға негізделген қазандық қондырғыларын мазутсыз жағудың инновациялық әдісі қарастырылады. Төмен сұрыпты көмірлерді жағудың қолданыстағы әдістері, олардың кемшіліктері және экологиялық жағдайға әсері талданады. Көмірді ішінара газдандырудың перспективалы технологияларына «кері жылу толқыны» эффектісіне басты назар аударылады. Канцерогендер мен басқа да зиянды заттар түзілмей газ отынын алуды қамтамасыз ететін қабаттық реактордың жұмыс істеу принциптері сипатталған. Кері термиялық толқын эффектісіне негізделген қабаттық реакторда көмірді ішінара газдандыру әдісін енгізу ұлы жанама өнімдерсіз таза жанғыш газды алуды қамтамасыз етеді. Ұсынылып отырған әдіс мазутты пайдалануды жоюға, энергиямен қамтамасыз етудің экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға және күкірт, азот және көміртегі оксидтерінің шығарындыларын азайту арқылы экологиялық жүктемені азайтуға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: мұнайсыз күйдіру, ішінара газдандыру, қабатты реактор, энергия тиімділігі, экологиялық қауіпсіздік, зиянды заттардың шығарындылары.

*K. Mergalimova¹, *M. B. Ajtmagambetova², N. K. Seitzhapparov³, R. A. Umirzakov⁴*

^{1,2,4}Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,
Republic of Kazakhstan, Astana;

³L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Republic of Kazakhstan, Astana.

Received 10.02.25.

Received in revised form 05.06.25.

Accepted for publication 08.06.25.

IMPROVEMENT OF OIL-FREE BOILER FIRE-FREE TECHNOLOGY BY MEANS OF PARTIAL COAL GASIFICATION

In the conditions of necessity to increase the efficiency of combustion of low-grade coals and to reduce fuel oil consumption in the power industry, various technical solutions are proposed. However, the existing methods, including increasing the fineness of grinding, heating the air mixture and co-combustion of coal with fuel oil, are accompanied by a decrease in the efficiency of boiler units and an increase in harmful emissions. This article considers an innovative method of fuel oil-free kindling of boiler units based on the use of gaseous fuel obtained by heating coal without oxygen access. The existing methods of ignition of low-grade coals, their disadvantages and impact on the environmental situation are analyzed. The main attention is paid to promising technologies of partial coal gasification using the effect of «reverse thermal wave». The principles of operation of a layered reactor providing for the production of gaseous fuel without the formation of carcinogens and other harmful substances are described. The introduction of the method of partial coal gasification in a layered reactor based on the effect of reverse thermal wave provides the production of clean combustible gas without toxic side compounds. The proposed method allows eliminating the use of fuel oil, improving the economic indicators of energy supply and reducing the environmental burden by reducing emissions of sulfur, nitrogen and carbon oxides.

Keywords: oil-free firing, partial gasification, layered reactor; energy efficiency, environmental safety, emissions of harmful substances.

Теруге 09.06.2025 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 25,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4417

Сдано в набор 09.06.2025 г. Подписано в печать 30.06.2025 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 25,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4417

«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

Е-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz