

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ
БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»
КеАҚ



КӨЛІК-ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



**«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XIV ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»**

**PROCEEDINGS OF THE XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC- PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»**

Астана, 2026

УДК 656:620.9

ББК 65.37+65.305.1

A43

Редакционная коллегия:

Председатель – Талтенов А.А., член Правления – Проректор по науке и коммерциализации, д.х.н., профессор; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., ассоциированный профессор; Тлепиева Г.М. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», к.т.н., доцент; Тогизбаева Б.Б. – заведующая кафедрой «Транспортная инженерия», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующая кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Жумажанов С.К.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент; Садыкова С.Б. – заведующая кафедрой «Теплоэнергетика», PhD, доцент.

A43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: XIV Международная научно-практическая конференция, 19 марта 2026г. / Подгот. А.А. Талтенов, У.Ш. Кокаев, Г.М. Тлепиева – Республика Казахстан, г.Астана, НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2026. – 632 с.

ISBN 978-601-385-216-4

В сборник включены материалы XIV Международной научно-практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 19 марта 2026 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам логистики, организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

ISBN 978-601-385-216-4

УДК 656:620.9
ББК 65.37+65.305.1

© НАО «ЕНУ имени Л.Н. Гумилева», 2026

**Секция 4 «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

Айтмагамбетова М. Б., Мергалимова А.К. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗА ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА ДЛЯ РАСТОПКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ	502
Айтмагамбетова Г.А., Никифоров А.С. АНАЛИЗ ПОТОКОВ В КОМПЛЕКСЕ ПРОКАЛКИ НЕФТЯНОГО КОКСА НА ОСНОВЕ ОРИЕНТИРОВАННОГО ГРАФА	506
Алибеков Р.К., Оришевская Е. В. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА	509
Гуськов Н.К., Отаншыл А.Б., Карабекова Д.Ж. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЯ ТЕПЛОвого ПОТОКА В СТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ	512
Zhumagulov M.G., Sadykova S.B., Romanenko S.V. MODERN TECHNOLOGIES IN THERMAL POWER ENGINEERING EDUCATION IN KAZAKHSTAN	516
Жұманазар Н.Д., Әкімбек Г.Ә. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВКАХ	520
Карманов А.Е., Никифоров А.С., Кинжибекова А.К., Приходько Е.В., Габдулов А.У. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ	530
Қасен Т.Т., Мерзадинова Г.Т. ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ МЕН ЭНЕРГИЯ САҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ АЙМАҚТЫҚ ЭНЕРГИЯ ТАПШЫЛЫҒЫН АЗАЙТУ ӘДІСТЕМЕСІ	533
Мирза О.Ф. ПОДГОТОВКА СУБСТРАТА ДЛЯ АНАЭРОБНОГО БРОЖЕНИЯ В БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВКАХ: ОБЗОР МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ	537
Попп Д.А., Кинжибекова А.К. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗООЧИСТКИ НА ТЭЦ: ПЕРЕХОД ОТ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ К РУКАВНЫМ ФИЛЬТРАМ В РАМКАХ НДТ	541
Сейтжаппаров Н.Қ., Мергалимова А.К. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ	545
Таранов П.П., Арипова Н.М., Приходько Е.В., Оришевская Е.В., Кажобаева А.Т. АНАЛИЗ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АГРЕГАТОВ	549
Умирзаков Р.А., Атякшева А.В. ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЮЧЕГО ГАЗА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ УГЛЕЙ КАЗАХСТАНСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	552
Умирзаков Р.А., Абдирова М.Т., Карибекұлы Ш. КӨМІРДЕ ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҚТАРЫН ГАЗ ОТЫНЫНА АУЫСТЫРУ АРҚЫЛЫ ШЫҒАРЫНДЫЛАРДЫ АЗАЙТУДЫҢ МҮМКІНДІГІН ТАЛДАУ	555

Чарыков В.И., Евдокимов А.А. МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТРАБОТАННЫХ ОСЕВЫХ МАСЕЛ	561
--	-----

Секция 4 «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

УДК 662.62

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗА ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА ДЛЯ РАСТОПКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ

Айтмагамбетова Маралгуль Борамбаевна

aiti.mb@yandex.kz

докторант ГОП «Теплоэнергетика»

НАО «КАТИУ им.С.Сейфуллина», Астана, Казахстан

Научный руководитель: Мергалимова А.К.

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования газа термической переработки угля в качестве альтернативного топлива при пусковых режимах энергетических котлов. Проанализированы экологические проблемы, возникающие при применении мазута для растопки котлоагрегатов. Выполнен расчет состава газа, образующегося при термической переработке углей Казахских месторождений. Определены энергетические характеристики полученного газа и проведена сравнительная экологическая оценка его использования в пусковых режимах котлов. Полученные результаты показывают, что применение газа термической переработки угля позволяет снизить выбросы загрязняющих веществ по сравнению с мазутной растопкой энергетических установок.

Ключевые слова: термическая переработка угля, пусковые режимы котлов, вредные выбросы, экологическая оценка, энергетические котлы.

Современное развитие энергетики сопровождается ростом требований к экологической безопасности энергетических установок. Одной из значимых проблем является образование вредных выбросов при эксплуатации котлоагрегатов. Особое внимание в последние годы уделяется пусковым режимам котлов, так как именно в этот период наблюдается повышенное образование загрязняющих веществ.

На большинстве энергетических объектов для растопки котлов традиционно используется мазут. Он применяется в качестве вспомогательного топлива для розжига и вывода котлоагрегатов на рабочие параметры. Однако использование мазута сопровождается образованием значительного количества загрязняющих веществ, включая оксиды серы, оксиды азота, оксид углерода и зольные частицы, содержащие соединения ванадия и никеля.

В процессе горения ванадий окисляется с образованием оксида ванадия (V_2O_5), который входит в состав зольных аэрозолей дымовых газов. Наличие данного соединения представляет особую опасность как с экологической, так и с эксплуатационной точки зрения. Оксид ванадия обладает выраженными каталитическими свойствами и ускоряет процесс дополнительного окисления диоксида серы до триоксида серы [1]. Это приводит к увеличению образования серной кислоты в дымовых газах и усилению коррозионного воздействия на поверхности нагрева котельного оборудования. Кроме того, соединения ванадия относятся к токсичным веществам и могут оказывать негативное воздействие на здоровье человека при попадании в атмосферный воздух. Кроме того, мазутная растопка требует наличия развитого мазутного хозяйства, систем подогрева топлива и дополнительных эксплуатационных затрат.

В связи с необходимостью снижения экологической нагрузки при эксплуатации энергетических котлов все большее внимание уделяется поиску альтернативных видов топлива для пусковых режимов. Одним из возможных решений является использование газа,

образующегося при термической переработке угля. Применение такого газа позволяет рассматривать уголь не только как твердое топливо, но и как источник газообразных энергетических продуктов, которые могут использоваться для растопки котлоагрегатов.

Термическая переработка угля представляет собой процесс нагрева угля при ограниченном доступе кислорода. В результате происходит разложение органической массы топлива с образованием твердого остатка и газообразных продуктов. Газ, образующийся при термической обработке угля, содержит ряд горючих компонентов, прежде всего водород, оксид углерода и метан. Наличие этих компонентов обеспечивает достаточную теплотворную способность газа, что позволяет рассматривать его как возможное пусковое топливо для энергетических котлов.

Одним из преимуществ использования газа термической переработки является возможность его получения непосредственно из угля, который используется на электростанции в качестве основного топлива. Это позволяет снизить потребление мазута и уменьшить затраты на его транспортировку и хранение. Кроме того, газообразное топливо характеризуется более равномерным распределением в топке и обеспечивает более устойчивый процесс горения. В отличие от жидких топлив, газ практически не содержит золы и имеет значительно меньшее содержание серы, что способствует снижению вредных выбросов [2].

Состав и свойства газа термической переработки во многом определяются характеристиками исходного угля. Угли различных месторождений могут существенно отличаться по содержанию углерода, водорода, влаги и летучих веществ. Для анализа были рассмотрены угли нескольких месторождений Казахстана (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика исследуемых углей казахстанских месторождений

Вид топлива	A ^p , %	W ^p , %	C, %	H, %	O, %	S, %	N, %	Q ^p _н , кДж/кг
Экибастузский	36,9	6,5	44,8	3,0	7,3	0,7	0,8	16500
Тургайский	11,4	37	36,6	2,6	10,5	1,3	0,6	13140
Майкубеньский	15,0	22,5	37,55	3,0	20,0	1,2	0,75	13000
Шубаркульский	7,0	15,0	59,67	3,8	13,0	0,4	1,13	20930
Каражыра	12,0	10,0	53,6	5,3	16,8	0,6	1,7	18500

Анализ характеристик исследуемых углей показывает, что их потенциал для получения газообразного топлива существенно различается. Наиболее благоприятными исходными параметрами для образования газа с высокой долей горючих элементов обладают Шубаркульский и Каражыра, поскольку для этих углей характерны более высокое содержание углерода и сравнительно меньшая влажность по сравнению с Тургайским и Майкубеньским углями. Это позволяет ожидать более высокое содержание оксида углерода, водорода и метана в продуктах термической переработки.

Экибастузский уголь занимает промежуточное положение. Несмотря на высокую зольность, он характеризуется сравнительно невысокой влажностью, что делает возможным получение газа, пригодного для использования в пусковых режимах котлов. Однако повышенная минеральная часть топлива может снижать общую эффективность процесса термической переработки.

Тургайский и Майкубеньский угли имеют более низкое содержание углерода и более высокую влажность, что обычно приводит к увеличению доли балластных компонентов в составе газа, прежде всего диоксида углерода и азота, а также к некоторому снижению его теплотворной способности. Поэтому при оценке возможности использования газа для безмазутной растопки котлов именно различия в исходном составе углей необходимо учитывать в первую очередь (таблица 2).

Таблица 2 - Расчетный состав газа термической переработки угля

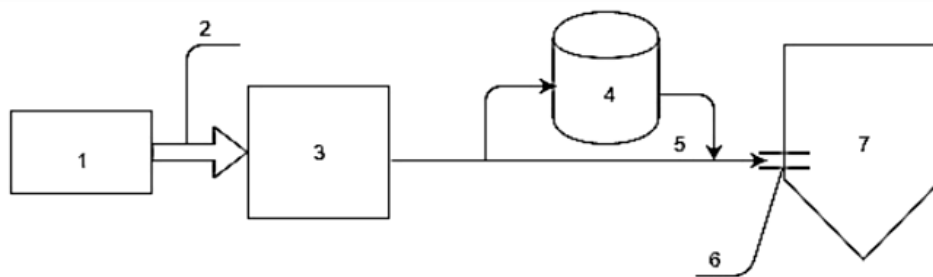
Уголь	H ₂	CO	CH ₄	CO ₂	N ₂	Прочие
Экибастузский	17,8	23,6	11,4	12,2	32,0	3,0
Тургайский	15,6	21,2	9,8	14,4	36,0	3,0
Майкубенский	16,4	22,1	10,6	13,9	34,0	3,0
Шубаркульский	20,9	26,3	14,8	10,0	25,0	3,0
Каражыра	19,6	24,8	13,9	10,7	28,0	3,0

Данные таблицы 2 показывают, что газ термической переработки угля содержит значительную долю горючих элементов (водород, оксид углерода и метан), при относительно меньшем содержании серосодержащих соединений и твердых примесей.

Газ, образующийся при термической переработке угля, обладает энергетическими характеристиками, позволяющими рассматривать его как перспективное топливо для пусковых режимов энергетических котлов.

Технологическая схема получения и использования данного газа при растопке котла представлена на рисунке 1.

На рисунке 1 представлена схема использования газа термической переработки угля при растопке энергетического котла [3]. В предложенной схеме уголь из угольного склада (1) при помощи конвейера (2) подается в камеру извлечения газообразных горючих веществ (3), где происходит его термическая обработка. В процессе нагрева угля из его органической массы выделяются летучие горючие элементы.



1 - угольный склад, 2 - конвейер доставки угля из склада в камеру извлечения части газообразных веществ из угля, 3 - камера извлечения газообразных веществ, 4 - накопитель извлеченных газообразных веществ, 5 - система транспортирования горючих газообразных веществ до горелки, 6 - угольная горелка, 7 - топочная камера

Рисунок 1 - Схема использования газа термической переработки угля при растопке котла

Образующийся газ направляется в накопитель (4), где происходит его временное хранение и выравнивание параметров потока. Далее газ по системе транспортирования (5) подается к горелочному устройству. Подача газа осуществляется через угольную горелку (6) непосредственно в топочную камеру котла (7), где он используется в качестве топлива для растопки котлоагрегата.

Представленная схема позволяет использовать газ термической переработки угля как альтернативное топливо для пусковых режимов энергетических котлов, что обеспечивает возможность снижения потребления мазута и уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Для оценки экологической эффективности использования газа термической переработки угля была выполнена сравнительная оценка выбросов загрязняющих веществ при использовании мазута и газа, полученного из различных видов угля. Значения выбросов получены расчетным путем на основании типичных показателей образования загрязняющих веществ при сжигании жидкого и газообразного топлива в энергетических котлах.

Представленные в таблице 3 данные показывают, что использование газа термической переработки угля в качестве топлива при растопке энергетических котлов позволяет снизить выбросы загрязняющих веществ по сравнению с традиционной мазутной растопкой.

Наиболее заметное снижение наблюдается по выбросам диоксида серы и ванадия. При использовании мазута выбросы SO_2 достигают $0,72 \text{ г/м}^3$, тогда как при применении газа термической переработки угля этот показатель снижается до $0,1 - 0,15 \text{ г/м}^3$. Такое снижение связано с меньшим содержанием серосодержащих соединений в газообразном топливе.

Таблица 3 - Сравнение выбросов при использовании мазута и газа

Топливо	CO г/м ³	NO _x г/м ³	SO ₂ г/м ³	Прочие элементы, в том числе ванадий
Мазут	0,82	0,46	0,72	0,15
Газ экибастузского угля	0,49	0,38	0,12	0,02
Газ тургайского угля	0,52	0,39	0,13	0,02
Газ майкубеньского угля	0,53	0,4	0,14	0,02
Газ шубаркульского угля	0,44	0,36	0,1	0,01
Газ угля Каражыра	0,57	0,41	0,15	0,02

Аналогичная тенденция наблюдается и по выбросам твердых частиц, включая соединения ванадия. При мазутной растопке их концентрация составляет около $0,15 \text{ г/м}^3$, тогда как при использовании газа она снижается до $0,01 - 0,02 \text{ г/м}^3$. Это объясняется тем, что газообразное топливо практически не содержит золы и тяжелых металлов.

Выбросы оксида углерода и оксидов азота также уменьшаются при использовании газа. Содержание CO снижается с $0,82 \text{ г/м}^3$ при мазутной растопке до $0,44 - 0,57 \text{ г/м}^3$ при использовании газа. Это связано с более равномерным и устойчивым процессом горения газообразного топлива.

Наиболее благоприятные экологические показатели наблюдаются при использовании газа, полученного из Шубаркульского и Каражыринского углей, что связано с более высоким содержанием горючих компонентов в продуктах их термической переработки.

Таким образом, использование газа термической переработки угля может стать эффективным направлением совершенствования технологии безмазутной растопки котлов и способствовать снижению экологической нагрузки энергетических установок. Реализация данной технологии на энергетических объектах Казахстана может способствовать снижению экологической нагрузки на окружающую среду.

С п и с о к и с п о л ь з о в а н н ы х и с т о ч н и к о в

1. Мунц В.А. Горение и конверсия органических топлив: учебное пособие - Екатеринбург: УрФУ, 2016. - 244 с.
2. Мергалимова А.К., Айтмагамбетова М.Б., Ыбрай С.Б. Термическая обработка углей казахстанских месторождений для получения летучих горючих веществ: монография. - Астана: КАТИУ им.С.Сейфуллина, 2025. - 72 с.
3. Алияров Б.К., Алиярова М.Б., Жалмагамбетова У., Мергалимова А.К., Мессерле В.Е., Устименко А.Б. Технологии безмазутной растопки котлов и стабилизации воспламенения пылеугольного факела на тепловых электростанциях // Горение и плазмохимия. – 2019. – Т. 17. – С. 193–202.