

УДК 662.84:992.82
AGRIS P05

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/99/36>

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛА ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ УГОЛЬНЫХ ТОПЛИВ В УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ПЕЧАХ ДЛЯ КОММУНАЛЬНО- БЫТОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

©**Сабиров Б. З.**, ORCID: 0009-0000-8204-9235, SPIN-код: 2334-8963, Институт природных ресурсов им. А. С. Джаманбаева, г. Ош, Кыргызстан, batir73@mail.ru

©**Ташполотов Ы.**, ORCID: 0000-0001-9293-7885, SPIN-код: 2425-6716, д-р физ.-мат. наук, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, itashpolotov@mail.ru

TECHNOLOGY FOR PRODUCING HEAT FROM COMPOSITE COAL FUELS IN ADVANCED OVEN FOR MUNICIPAL AND HOUSEHOLD USE

©**Sabirov B.**, ORCID: 0009-0000-8204-9235, SPIN-code: 2334-8963, Institute of Natural Resources named after A. S. Dzamanbaev, Osh, Kyrgyzstan, batir73@mail.ru

©**Tashpolotov Y.**, ORCID: 0000-0001-9293-7885, SPIN code: 2425-6716, Dr. habil., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, itashpolotov@mail.ru

Аннотация. Проблема рационального использования угольного штыба остается актуальной, в настоящее время разработаны различные технологии получения композиционных твердых топлив, брикетов с различными связующими материалами из бурых углей месторождений Кыргызстана. Широкое применение композиционных твердых топлив (КТТ), угольных брикетов в промышленности, быту и коммунальном хозяйстве, по нашему мнению, сдерживается двумя причинами: излишне завышенными требованиями существующих норм, предъявляемыми к физико-механическим характеристикам брикетов как продукции; слабой изученностью оптимальных условий сжигания брикетов. Проведенные нами исследования показывают, что прочность на сжатии в пределах 15–20 кгс/см² обеспечивает необходимую прочность на степень истираемости при транспортировке и хранении крупноразмерных КТТ прямоугольной формы. Снижение требования по прочности до указанной выше величины позволяет формовать брикеты из несортированного штыба. Среди многочисленных известных связующих для брикетирования особого внимания заслуживают неорганические типы глин и суглинков повсеместно распространенные. Установлено, что глины и суглинки обеспечивают прочность КТТ свыше 20 кгс/см². В целях полезного использования низкосортной мелочи углей нами проводились брикетирование и испытание на сжигание полученных брикетов. Установлено, что при брикетировании со связующим веществом глиной углей месторождений Жатан и Кумбель, с увеличением содержания в составе мелочи каменных углей увеличивается время горения брикета, а также увеличивается сгорание горючей массы, повышается температура в топочной пространстве. Показано, что при помощи соответствующей незначительной переделки типовых бытовых печей возможно значительно повысить эффективность горения всех видов низкосортного топлива, в том числе и буроугольных высокозольных КТТ.

Abstract. The problem of rational use of coal remains relevant; currently, various technologies have been developed for producing composite solid fuels, briquettes with various binding materials from brown coal deposits in Kyrgyzstan. The widespread use of composite solid fuels (CSF) and coal briquettes in industry, everyday life and public utilities, in our opinion, is limited by two

reasons: excessively inflated requirements of existing standards for the physical and mechanical characteristics of briquettes as a product; poor knowledge of optimal conditions for burning briquettes. Our research shows that compressive strength in the range of 15-20 kgf/cm² provides the necessary strength for the degree of abrasion during transportation and storage of large-sized rectangular CSFs. Reducing the strength requirement to the value indicated above makes it possible to form briquettes from unsorted culm. Among the numerous known binders for briquetting, inorganic types of clays and loams, which are ubiquitous, deserve special attention. It has been established that clays and loams provide the strength of the CSF over 20 kgf/cm². For the purpose of beneficial use of low-grade fine coal, we carried out briquetting and combustion testing of the resulting briquettes. It has been established that when briquetting coals from the Zhatan and Kumbel deposits with a clay binder, with an increase in the content of fine coals in the composition, the burning time of the briquette increases, as well as the combustion of the combustible mass increases, and the temperature in the combustion space increases. It has been shown that with the help of appropriate minor modifications of standard household stoves it is possible to significantly increase the combustion efficiency of all types of low-grade fuel, including lignite high-ash CSF.

Ключевые слова: уголь, композиционное твердое топливо, топочные устройства.

Keywords: coal, composite solid fuel, combustion devices.

По оценкам экспертов к 2032 г. объемы использования угля могут вырасти до 11200 млн т, что связано с большими запасами угольных бассейнов и месторождений [1–4]. При этом заметная часть углей — обогащается и в результате — образуются огромные тонны высокозольных отходов углей и шламов. Для Кыргызской Республики использование угольного топлива также имеет стратегическое значение. При этом республика обладает достаточными запасами углей, эффективное их применение увеличить топливно-энергетической базы Кыргызской Республики. Общий запас угленосных районов оценивается в 28,3 млрд т, из них: 2,3 млрд т — разведанные, 26 млрд т — прогнозные. Вместе с этим низкокалорийное твердое топливо за счет отходов угледобычи также ежегодно увеличивается за счет того, что среднеазиатские бурые угли после добычи и непродолжительного хранения на 80% превращаются в мелочь и пыль [5].

В 2021 году было добыто 3062,5 тыс т угля, а в 2022 г — 3 775 400 тыс. т угля, импортировали 783 600 т угля для обеспечения населения углем, т. е. добыча угля в республике с каждым годом растет. При этом факт поступления в Кыргызстан радиоактивного угля из соседней республики и отказ от него вернул актуальность разработки и использования отечественного угля. С целью рационального использования угольных ресурсов, в том числе штыба разработаны различные технологии получения композиционных твердых топлив (КТТ), брикетов с различными связующими материалами из бурых углей Кыргызстана, позволяющие осуществлять промышленный выпуск топлив. Существенный вклад в развитие этих технологий внесен киргизскими учеными [5–7].

Для Кыргызстана композитное брикетное топливо необходимо, прежде всего, для сжигания в бытовых слоевых печах с целью отопления частных жилых зданий. Другим значительным потребителем брикетов являются многочисленные котельные жилых и общественных зданий. Возможными потребителями являются предприятия общественного питания, имеющие варочные и хлебопекарные печи. По мере становления малого и среднего бизнеса возникает необходимость в брикетах для выпуска строительных материалов и

изделий, переработки сельскохозяйственного сырья, тепличного хозяйства [8, 9].

Суть предлагаемой нами технологии получения тепла из композиционных твердых топлив можно выразить следующей формулировкой: «Получение дешевого композитного твердого топлива в сочетании с технически доступными устройствами для его эффективного сжигания». Широкое применение композиционных твердых топлив — угольных брикетов в промышленности, быту и коммунальном хозяйстве, по нашему мнению, сдерживается двумя причинами: 1) излишне завышенными требованиями существующих норм, предъявляемыми к физико-механическим характеристикам брикетов как продукции; 2) слабой изученностью оптимальных условий сжигания брикетов. Например, согласно действующих в СССР ГОСТов и ТУ [10, 11] к угольным брикетам, предъявлялись соответствующие требования на их прочность, истираемость, водостойкость, влагопоглощение.

При назначении указанных параметров исходили из существовавшей в то время практики изготовления, транспортировки, хранения и потребления брикетов: выпуск на крупных фабриках в больших объемах, хранение навалом на открытых площадках, транспортировка на значительные расстояния, разгрузка и погрузка бульдозерами, ставилось условие, чтобы целыми оставались 80–90% брикетов. Возникает парадоксальная ситуация, в которой вместо требований бережного обращения с топливным сырьем и продукцией, выдвигаются излишне высокие параметры качества, не уступающие качеству стеновых строительных материалов, и все это ради того, чтобы сжечь брикеты в течение одного, двух часов. С учетом вышесказанного становится возможным существенно пересмотреть нормативные требования к механическим характеристикам угольных брикетов, как к рыночной продукции, с целью удешевления стоимости и упрощения технологии производства, не снижая при этом их теплотехнических параметров.

Прежде всего, должно быть выдвинуто техническое условие хранения брикетов на крытых сухих площадках. Это позволяет свести минимуму требования к водостойкости и влагопоглощения. Значительно снизить требования к прочности и истираемости возможные в случае выпуска крупноразмерных композиционных твердых топлив (объемом в стандартный кирпич и более), прямоугольной формы, что позволяет осуществлять погрузку и разгрузку на поддонах, а хранение транспортировку в штабелях. Естественно, что перед закладкой в печь крупноразмерные КТТ необходимо разламывать на более мелкие куски. Проведенные исследования показывают, что прочность на сжатии в пределах 15–20 кг/см² обеспечивает необходимую прочность на степень истираемости при транспортировке и хранении крупноразмерных КТТ прямоугольной формы. Снижение требования по прочности до указанной выше величины позволяет формовать брикеты из несортированного штыба.

Отдельного рассмотрения требует вопрос назначения нормативы характеристик для КТТ, полученных формованием на простых — ручных рычажных прессах. Этот вопрос возникает в случае, если потребитель будет закупать угольный штыб и самостоятельно изготавливать КТТ. Отметим, что КТТ из смеси угля и навоза давно применяются в быту, рассматриваемом случае требования к прочности являются минимальными по нашему мнению, должны составлять всего 5–10 кгс/см². Конкретные числовые значения механических параметров КТТ зависят от следующих условий: КТТ, формируемые в летнее время, должны быть более прочные; изготавливаемые за 1–2 суток до их потребления и высушенных использованием тепла горячей печи, требования к прочности — минимальные.

В первом случае выгодно изготавливать крупноразмерные КТТ прямоугольной формы, во втором — возможно изготовление мелких КТТ округлой формы. Среди многочисленных известных связующих для брикетирования особого внимания заслуживают неорганические

типы глин и суглинков повсеместно распространенные. Исследования по этому вопросу были проведены в ряде работ [13, 14].

Установлено, что глины и суглинки обеспечивают прочность КТТ свыше 20 кгс/см². Применение глин и суглинков в качестве связующих даже в больших количествах (свыше 20% от веса угля) позволяет при создании определенного температурно-аэродинамических условий в камере сгорания печи и введения незначительного количества добавок — катализаторов горения и газификации, получать достаточно высокие характеристики горения, качественные шлаки, обожженные глины, которые в дальнейшем, возможно использовать как строительные и теплоизоляционные материалы. Добавки изготавливаются из местного сырья и вводятся в смесь в количестве 0,01% от массы угля. Основными способами обеспечения дешевизны и доступности КТТ, а также технических возможностей его выпуска являются: назначение целесообразных нормативных физико-механических характеристик КТТ, использование в качестве связующих местных глин и суглинков, применение несортированного штыба, т. е. исключение технологических процессов сортировки и помола угля, исключение тепловых процессов обработки, применение достаточно распространенных технических устройств для прессования или формирования брикетной массы.

Эффективность горения КТТ топлива зависит не только от состава брикета, но и во многом от устройства сжигания. Использование композитных твердых топлив в технологический процесс не требует больших финансовых вложений в переоснащение топочного устройства. Нами установлено, что при помощи соответствующей незначительной переделки типовых бытовых печей возможно значительно повысить эффективность горения всех видов низкосортного топлива, в том числе и бурого угольных высокозольных КТТ.

Другим важным вопросом является утилизация продуктов сгорания топлива. Коль скоро высокозольное топливо после сгорания образует большое количество твердых материалов, то надо добиться, чтобы эти продукты за счет специальных составов брикетов и режимов горения детали были пригодными для дальнейшего использования. Применительно к бытовым печам можно выделить следующие режимы горения брикетного топлива: медленное горение, начальное интенсивное горение с последующим переходом на режим медленного горения, интенсивное (форсированное) горение.

Практическая необходимость первого режима возникает при отоплении дома в течение длительного промежутка времени, выпечки хлеба и т. п. Второй режим необходим для быстрого подъема температуры в камере сгорания с целью доведения топлива до температуры самовоспламенения, приготовления пищи или нагрева порции воды и, в последующем, использования медленного горения для отопления. И, наконец, третий режим необходим для бытовых котлов водяного отопления, а в перспективе понадобится для организации выпуска строительных материалов и переработки растительного сырья.

Теоретический расчет горения в бытовой печи является более сложным по сравнению с расчетом промышленных топок. Г. Ф. Кнорре отмечал, что сложность процесса топок пока еще не позволила создать полноценную всеобъемлющую теорию, на базе которой можно было бы разработать методику его надежного расчета. Наилучшим методом реализации новых принципов топочного процесса является его опытная проверка на экспериментальном стенде небольшого размера (при умеренных расходах рабочих веществ) позволяющем проводить экспериментирование для нахождения оптимальных режимных и конструктивных соотношений. Затем производится проверка полученных результатов на опытном промышленном агрегате [14].

Были критически проанализированы недостатки традиционных бытовых печей при слоевом сжигании КТТ на неорганическом связующем и разработаны технические приемы их устранения [13]. Суть отмеченных недостатков и причин, их порождающих, приведена в Таблице 1.

Таблица 1

НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ БЫТОВЫХ ПЕЧЕЙ,
ИХ ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ

<i>Недостаток</i>	<i>Причина</i>	<i>Способ устранения</i>
Медленный прогрев топлива от ранее зажженного топлива, отсутствие воспламенения летучих (дымление)	Недостаточная температура в камере сгорания, уменьшение проницаемости воздуха через слой	Разработать способ быстрого подъема температуры сгорания, увеличить количество продуваемого через слой воздуха
Слабая неравномерная по площади интенсивность горения	Недостаток обеспечения горящего топлива полезным воздухом	Разработать способ равномерного достаточного снабжения воздухом горящего топлива
Отрыв и вынос горящих частиц при интенсивном горении	Малое количество неорганических связующих в брикете	Количество связующего должно обеспечить невозможность отрыва горящих частиц
Отсутствие шлакования горящих КТТ	Малая температура на поверхности горящих КТТ	Разработать способ более интенсивного протекания горения на поверхности КТТ
Отсутствие воспламенения газов при газификации угля	Отсутствие высокотемпературного источника зажигания газов	Обеспечить высокотемпературный источник зажигания газов
Неполное сгорание КТТ	Слишком большой размер закладываемых в печь КТТ	Размер закладываемых в печь КТТ должен быть оптимальным
Снижение интенсивности горения топлива после выделения летучих	Изменение в худшую сторону аэродинамического режима продувки слоя	Необходима шуровка горящего слоя
Малоэффективное управление интенсивностью горения за счет изменения естественной силы тяги	Слабая сила естественной тяги воздуха, даже при высокой дымовой трубе	Необходим источник принудительной подачи воздуха

В результате было установлено, что на основе незначительной переделки топочного пространства любой бытовой печи и дооснащения последней простейшей маломощной воздуходувкой возможно существенно повысить характеристики горения низкосортных видов топлив, в том числе и КТТ. Устройство в топочном объеме печи дополнительной камеры позволяет значительно повысить температуру при разжигании слоя. Простейшим вариантом выполнения указанного мероприятия является устройство сверху топочной камеры металлического козырька, отсекающее прямой выход газов в дымоход. Дооснащение печи простейшей воздуходувкой, состоящей из жестяных воздухоотводов, центробежного вентилятора и электромотора небольшой мощности (50 Ватт) в сочетании с вышеописанной дополнительной камерой позволило устранить практически все недостатки, приведенные в Таблице 1. Использование принудительной подачи воздуха в печь уже давно используется населением Китайской Народной Республики при слоевом сжигании брикетного топлива и рассыпного штыба. С экономической точки зрения такое усовершенствование печи не приводит к большим эксплуатационным расходам, так как потребление электроэнергии ничтожно (25–50 Ватт), мотор бесшумно и безопасно работает сутками, в целом же, вентилятор необходим только для быстрого розжига топлива и для обеспечения режима форсирования горения. В целях полезного использования низкосортной мелочи бурого угля

нами проводились брикетирование и испытание на сжигания полученных брикетов. Мелочи бурого угля месторождении Жатан КР брикетировали с мелочью каменного угля месторождении Кумбель в разных соотношениях. В качестве связующего вещества использовали лессовидный суглинок. В Таблице 2 приведены технические характеристики угля Кумбель и Жатан.

Таблица 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛЯ

Месторождение угля	Марка угля	W^a (%)	A^a (%)	V^{daf} (%)	Q ккал/кг
Кумбель	Г	9,1	12,8	37	8000
Жатан	БЗ	10,2	23	42	4500

Мелочь угля размером меньше 6 мм на месторождении Жатан как топливо в бытовых топках не используется. Причиной этого является низкая теплотворность и высокая зольность. Во время сжигания штыба наблюдается высокая задымленность и провал около 60–70% мелочи угля. Во многих семьях после просеивания крупного сорта угля мелочь выбрасывают в мусор, то есть не могут его использовать для выработки тепла. Для получения высококалорийного топлива из угля Жатан добавлены мелочи угля месторождении Кумбель, который является более калорийным в определенном соотношении. Приготовили угольные брикеты (Таблица 3).

Таблица 3

СОСТАВ УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ

Содержание угля месторождения Кумбель (%)	Содержание угля месторождения Жатан (%)	Содержание глины (%)
90	0	10
80	10	10
70	20	10
60	30	10
50	40	10
40	50	10
30	60	10
20	70	10
10	80	10
0	90	10

Содержание связующего материала не изменялся. Было приготовлено 10 разновидностей брикетов. Средний вес брикета составлял от 40 до 50 г.

Испытания горения брикетов в отопительных печах слоевого сжигания. Сжигание проводили в печах для отопления. Габаритные размеры камеры сгорания печи составил 250×300×400 мм. В начале каждого опыта измеряли вес сжигаемого брикета. Для испытания взяты брикеты массой 5 кг из каждого варианта. По предварительным расчетам для разжигания 5 кг топлива, достаточно 0,5 кг древесины. Заранее подготовили древесины по 0,5 кг для каждого опыта. С целью обеспечения эффективного горения брикетов нами расчетным путем определены размеры брикетов и при их испытании готовились по тем размерам, т. е. 20–50 мм. Горения окускованного топлива осуществлялось по традиционной технологии. Температура в печи измерялось с помощью хромель-алюмомеловых стандартных термопар. После завершения испытания взвешивали массу оставшегося после горения

твердого остатка — золы и шлака. Опыт прекращали тогда, когда над горящим брикетом температура показывал 100–120°C. В ходе испытания проводились визуальные наблюдения с целью установления качества горения методом свечения. Результаты испытаний приведены в Таблице 4.

Таблица 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Состав брикета (%)	Вес, кг	Вес золы, кг	Время горения, час	T, °C	t вступивши ая в реакцию	t не вступивши ая в реакцию	Визуальные наблюдения
ШЖ	5	3,4	4	460	32	45	Дымит, провал под колосник, запах
ШК	5	2,1	8	740	60	18	Провал под колосник. Горит с пламенем в местах шуровки.
Ж-90, Г-10	5	2,9	6	760	42	30,7	Горит с пламенем, отсутствует провал под колосник
Ж-80, К-10, Г-10	5	2,8	6	760	44	26,3	Горит хорошо с пламенем.
Ж-70, К-20, Г-10	5	2,3	6,5	800	50	21,4	Горит с ярким пламенем, высокая темп, в середине
Ж-60, К-30, Г-10	5	2,2	6,5	810	56	16	Горит хорошо, без дыма, запаха
Ж-50, К-40, Г-10	5	2,1	7	800	58	15,3	Горит хорошо, без дыма, длинным пламенем.
Ж-40, К-50, Г-10	5	2	7	830	60	14	Горит с длинным пламенем. Высокая T в камере
Ж-30, К-60, Г-10	5	1,9	7,5	820	62	13,3	Горит очень хорошо.
Ж-20, К-70, Г-10	5	1,6	7,7	840	68	8,3	Горит с длинным пламенем. Без провала под колосник. Легкое шуровка
Ж-10, К-80, Г-10	5	1,6	7,8	850	68	9,3	Свечение по всему объему камеры горения
К-90, Г-10	5	1,5	8,5	880	70	8,4	Свечение по всему объему. Отсутствие провала под колосник, дыма.

Примечание: Ш — штыб угля, размером меньше 13 мм; Ж — уголь месторождения Жатан, К — уголь месторождения Кумбель, Г — глина

Как видно из Таблицы 4, с возрастанием количества добавляемого угля Кумбель в состав брикета улучшается его горение. При сжигании штыба месторождения Жатан только 32% горючей массы горели. Остальные 45% не вступили в реакцию горения. При добавлении 10% глины процентное содержание вступившего в реакцию горения горючей массы возрос до 42%. Также увеличивается время горения с добавлением 10% глины. Наблюдается повышение температуры горения над брикетами. Уменьшается провал под колосник угля. Отсутствует дымление печи.

Таким образом, установлено, что при брикетировании со связующим веществом глиной

— углей месторождения Жатан и Кумбель, с увеличением содержания в составе — мелочи каменных углей увеличивается время горения брикета, а также увеличивается сгорания горючей массы, повышается температура в топочной пространстве. Показано, что наиболее оптимальным способом подачи воздуха в топку является: часть воздушного потока подается под колосник (первичное дутье), а другая часть — в топочное пространство (вторичное дутье), причем вторичное дутье используется не только для дожигания газов, но и при шлаковании поверхности КТТ, а также компенсации неравномерности распределения воздуха в верхней части горящего слоя. В соответствии с вышеуказанным выполняется специальная конструкция воздухоотвода вторичного дутья.

Список литературы:

1. Coal information... / Intern. energy agency. Paris: OECD, 2013.
2. Conti J., Holtberg P., Diefenderfer J., LaRose A., Turnure J. T., Westfall L. International energy outlook 2016 with projections to 2040. – USDOE Energy Information Administration (EIA), Washington, DC (United States). Office of Energy Analysis, 2016.
3. Dudley B. BP statistical review of world energy 2016 // British Petroleum Statistical Review of World Energy, Bplc. editor, Pureprint Group Limited, UK. 2019.
4. Statistics I. E. A. Key World Energy Statistics. Paris. International Energy Agency, 2014. 82 p.
5. Джаманбаев А. С. Угли Киргизии и пути их рационального использования. Фрунзе: Илим, 1983. 237 с.
6. Джаманбаев А. С., Текенов Ж. Т., Баймендиева А. Ш. Брикетирование углей Киргизии. Бишкек: Илим, 1991. 124 с.
7. Курманкулов Ш. Ж., Текенов Ж. Т. Брикетированность бурых углей Кыргызстана с хлопковыми гудронами // Химия твердого топлива. 1992. №6. С. 87-90.
8. Папин А. В., Игнатова А. Ю., Неведров А. В., Черкасова Т. Г. Получение топливных брикетов из тонкодисперсных отходов угледобычи и углепереработки // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. №5. С. 43-49.
9. Ушаков А. Г., Ушакова Е. С., Ушаков Г. В. Твердое композиционное топливо на основе отходов угольных предприятий и избыточного активного ила // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического института. 2014. №3(202). С. 70-79.
10. ГОСТ 21289-75 Брикеты угольные. Методы физических испытаний. Методы определения механической прочности. <https://meganorm.ru/Data2/1/4294832/4294832299.pdf>
11. ГОСТ 21290-75 Брикеты угольные. Метод определения водопоглощения. <http://docs.cntd.ru/document/1200024248>
12. Курманкулов Ш. Ж., Джолдошева Т. Ж., Текенов Ж. Т. Использование минеральных связующих при брикетировании углей Кыргызстана // Сборник научных трудов КУУ. Ош, 1998. С. 214–218.
13. Сабиров Б. З. Окускованное композиционное топливо с использованием твердых полимерных отходов // Известия ОшГУ. 2006. №2. С. 56-60.
14. Кнорре Г. Ф. Топочные процессы. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1951. 328 с.

References:

1. Coal information... / Intern. energy agency. Paris: OECD, 2013.
2. Conti, J., Holtberg, P., Diefenderfer, J., LaRose, A., Turnure, J. T., & Westfall, L. (2016). *International energy outlook 2016 with projections to 2040* (No. DOE/EIA-0484 (2016)). USDOE

Energy Information Administration (EIA), Washington, DC (United States). Office of Energy Analysis.

3. Dudley, B. (2019). BP statistical review of world energy 2016. *British Petroleum Statistical Review of World Energy, Bplc. editor, Pureprint Group Limited, UK.*

4. Statistics, I. E. (2014). Key World Energy Statistics. Paris.

5. Dzhamanbaev, A. S. (1983). Ugli Kirgizii i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya. Frunze.

6. Dzhamanbaev, A. S., Tekenov, Zh. T., & Baimendieva, A. Sh. (1991). Briketirovanie uglei Kirgizii. Bishkek. (in Russian).

7. Kurmankulov, Sh. Zh., & Tekenov, Zh. T. (1992). Briketiruemost' burykh uglei Kyrgyzstana s khlopkovymi gudronami. *Khimiya tverdogo topliva*, (6), 87-90. (in Russian).

8. Papin, A. V., Ignatova, A. Yu., Nevedrov, A. V., & Cherkasova, T. G. (2015). Poluchenie toplivnykh briketov iz tonkodispersnykh otkhodov ugledobychi i uglepererabotki. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh*, (5), 43-49. (in Russian).

9. Ushakov, A. G., Ushakova, E. S., & Ushakov, G. V. (2014). Tverdoe kompozitsionnoe toplivo na osnove otkhodov ugol'nykh predpriyatii i izbytochnogo aktivnogo ila. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo instituta*, (3(202)), 70-79. (in Russian).

10. GOST 21289-75 Brikety ugol'nye. Metody fizicheskikh ispytaniy. Metody opredeleniya mekhanicheskoi prochnosti. <https://meganorm.ru/Data2/1/4294832/4294832299.pdf>

11. GOST 21290-75 Brikety ugol'nye. Metod opredeleniya vodopogloshcheniya. <http://docs.cntd.ru/document/1200024248>

12. Kurmankulov, Sh. Zh., Dzholdosheva, T. Zh., & Tekenov, Zh. T. (1998). Ispol'zovanie mineral'nykh svyazuyushchikh pri briketirovanii uglei Kyrgyzstana. In *Sbornik nauchnykh trudov KUU, Osh*, 214–218. (in Russian).

13. Sabirov, B. Z. (2006). Okuskovannoe kompozitsionnoe toplivo s ispol'zovaniem tverdykh polimernykh otkhodov. *Izvestiya OshTU*, (2), 56-60. (in Russian).

14. Knorre, G. F. (1951). Topochnye protsessy. Moscow. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 13.01.2024 г.

Принята к публикации
24.01.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Сабиров Б. З., Ташполотов Ы. Технология получения тепла из композиционных угольных топлив в усовершенствованных печах для коммунально-бытового использования // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №2. С. 379-387. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/99/36>

Cite as (APA):

Sabirov, B., & Tashpolotov, Y. (2024). Technology for Producing Heat From Composite Coal Fuels in Advanced Oven for Municipal and Household Use. *Bulletin of Science and Practice*, 10(2), 379-387. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/99/36>