

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 (2022)

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/ZOCF4313>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
Шокубаева З. Ж. *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 университете

***А. К. Кинжибекова¹, О. А. Степанова², А. Б. Сагындык³,
Н. А. Уахит⁴**

^{1,3,4}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

² Университет имени Шакарима, Республика Казахстан, г. Семей

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБИНИРОВАННЫХ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

В данной статье производится анализ возможности утилизации коксовой пыли производства ТОО «УПНК-ПВ» путем производства брикетов. Основным отходом технологического процесса переработки кокса является коксовая пыль. Данный отход характеризуется высоким содержанием углерода. В этой связи актуальным становится развитие компактных производств малой и средней мощности по переработке отходов в товарную продукцию. В работе были проведены исследования по определению характеристик топливных брикетов из отходов технологического процесса прокалики нефтяного кокса (коксовой пыли) с добавлением сельскохозяйственных отходов. Брикеты в рамках данного исследования были изготовлены из коксовой пыли с добавлением подсолнечного жмыха. Соотношение коксовой пыли к жмыху варьировалось от 50 до 80 процентов соответственно. Полученные брикеты были исследованы на определение таких характеристик как содержание влаги, плотность, зольность и выход летучих веществ. Целесообразность проведения исследований по выбранному вопросу обусловлена достоинствами применения брикетов из коксовой пыли в производстве и ЖКХ.

Ключевые слова: топливный брикет, коксовая пыль, сельскохозяйственные отходы, утилизация отходов, характеристика брикетов.

Введение

В промышленно развитых странах мира получают все большее развитие ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии, постоянно находятся в фокусе внимания проблемы переработки отходов, рационального

использования запасов земных недр и уменьшения отрицательного воздействия промышленности на окружающую среду [1].

Во многих производственных процессах образовывается огромное количество отходов технологического производства, которые могут быть использованы в качестве энергетических ресурсов, например, топлива [2].

На многих установках прокалики нефтяного кокса в составе прокаленного кокса присутствует большое количество коксовой пыли с размерами частиц от нескольких микрон до 8 мм, которые уменьшает выход целевого продукта с установки прокалики нефтяного кокса и требует дополнительных затрат на утилизацию. Однако коксовая пыль может служить сырьем для получения ценных продуктов и топлива с высоким содержанием углерода. Проблема утилизации коксовой пыли, а особенно ее пылевидных фракций, остается актуальной и по экологическим соображениям [1], [3].

Коксовая пыль не находит прямого применения без дополнительной обработки из-за тонкодисперсного состояния и высокой зольности, сложности с разгрузкой и транспортировкой. С другой стороны, запасы традиционных энергоносителей неуклонно сокращаются, что делает важным развитие производств по переработке отходов, в том числе и коксовой пыли в товарную продукцию. Вопрос дальнейшего использования коксовой пыли очень перспективен, но требует тщательной разработки технологии и подбора оборудования. Оптимальными для утилизации коксовой пыли являются технологии брикетирования [4], [5].

Материалы и методы

Для анализа возможности утилизации коксовой пыли ТОО «УПНК-ПВ» путем производства брикетов используются следующие материалы (сырье): коксовая пыль, жмых подсолнечника.

Методы исследования: экспериментальное получение и определение характеристик топливных брикетов из отходов технологического процесса нефтяной прокалики кокса (коксовой пыли) с добавлением сельскохозяйственных отходов.

Результаты и обсуждение

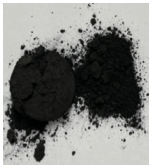
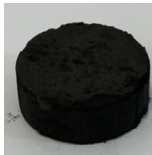
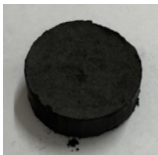
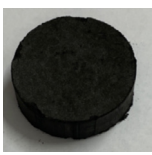
С целью получения топливных брикетов из отходов технологического процесса нефтяной прокалики кокса с добавлением сельскохозяйственных отходов предлагается следующая последовательность процесса:

- а) подготовка сырья в виде коксовой пыли;
- б) добавка связующего материала;
- в) смешивание коксовой пыли и связующего материала;
- г) процесс прессования при давлении от 25 до 30 МПа.

Брикеты в рамках данного исследования были изготовлены из коксовой пыли с добавлением подсолнечного жмыха. Результаты экспериментов

по получению данных топливных брикетов приведены в таблице 1. Соотношения коксовой пыли к жмыху подсолнечному были взяты от 50 до 90 процентов соответственно.

Таблица 1 – Результаты экспериментов по получению топливных брикетов

Опыт	1	2	3	4
Соотношение коксовой пыли и жмыха, %	80:20	70:30	60:40	50:50
Вид полученного брикета				

Полученные брикеты были исследованы на определение таких характеристик как содержание влаги, плотность, зольность и выход летучих веществ.

Известно, что основным параметром, обеспечивающим брикетам требуемые характеристики, является плотность брикетов. Результаты исследования по определению плотности полученных топливных брикетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментов по определению плотности брикетов

Соотношение коксовой пыли и жмыха, %	Масса, кг	Высота, м*10 ⁻³	Радиус, м*10 ⁻³	Объем, м ³ *10 ⁻⁵	Плотность, кг/м ³
70 : 30	0,0258	1,7	2,25	2,702	954,72
60 : 40	0,0291	1,7	2,25	2,702	1076,84
50 : 50	0,0293	1,7	2,25	2,702	1082,39

Средняя плотность полученных топливных брикетов составила 1037,98 кг/м³. Анализ показывает, что чем больше жмыха в соотношении с коксовой пылью, тем выше плотность брикетов.

Влажность брикетов определяется методом высушивания навески брикетов в сушильном шкафу при температуре 103±2°C и вычислении потери массы взятой навески [6]. Результаты исследования по определению влажности данных топливных брикетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты экспериментов по определению влажности брикетов

Соотношение коксовой пыли и жмыха, %	Масса тигля, г	Масса брикета, г	Масса тигля и брикета, г	Масса тигля и брикета после эксперимента, г	Содержание влаги, %
80 : 20	24,20	5,00	29,20	29,1	2,00%
70 : 30	25,40	5,10	30,50	30,4	1,96%
50 : 50	23,90	5,60	29,50	29,4	1,79%
60 : 40	22,30	6,10	28,40	28,3	1,64%

Анализ этих данных показывает, что влажность полученных брикетов варьируется в пределах от 1,64% до 2,00%. При этом, с увеличением массовой доли жмыха в составе топливного брикета содержание влаги в нем уменьшается.

Зольность брикетов определяется методом озоления навески брикетов в муфельной печи и прокаливании зольного остатка при температуре 800 ± 25 °C [7]. Результаты исследования по определению зольности топливных брикетов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты экспериментов по определению зольности брикетов

Соотношение коксовой пыли и жмыха, %	Масса тигля, г	Масса брикета, г	Масса тигля и брикета, г	Масса тигля и брикета после эксперимента, г	Содержание золы, %
80 : 20	24,20	7,20	31,40	25,3	15,28%
70 : 30	25,00	7,40	32,40	25,5	6,76%
60 : 40	25,40	6,60	32,00	25,6	3,03%
50 : 50	23,90	7,00	30,90	24,1	2,86%

Анализ данных таблицы 4 показывает, что зольность полученных брикетов варьируется в пределах от 2,86% до 15,28%. С увеличением массовой доли жмыха в составе брикета содержание золы в нем уменьшается. Данный факт объясняется тем что в составе коксовой пыли содержится больше золы чем в жмыхе.

Выход летучих веществ определяют как потерю массы навески твердого топлива за вычетом влаги при нагревании без доступа воздуха в стандартных условиях [8]. Результаты исследования по определению выхода летучих веществ приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты экспериментов по определению выхода летучих веществ брикетов

Соотношение коксовой пыли и жмыха, %	Масса тиглей, г	Масса брикета, г	Масса тиглей и брикета, г	Масса тиглей и брикета после эксперимента, г	Влага, %	Выход летучих веществ, %
80 : 20	43,20	1,00	44,20	44	2,000	18,00
70 : 30	39,00	1,00	40,00	39,8	1,961	18,04
60 : 40	44,90	1,00	45,90	45,7	1,786	18,21
50 : 50	40,80	1,00	41,80	41,6	1,639	18,36

Анализ данных таблицы 5 показывает, что выход летучих веществ данных брикетов варьируется в пределах от 18,00% до 18,36%. С увеличением массовой доли жмыха в составе брикета выход летучих веществ увеличивается незначительно. Небольшое изменение выхода летучих веществ в брикете объясняется тем, что данный параметр имеет ориентировочно одинаковую массовую долю в составе жмыха подсолнечного и коксовой пыли [9], [10].

Сравнения полученных в ходе исследования характеристик полученных брикетов с аналогичными параметрами других видов топлив приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнение параметров полученных брикетов и других топлив [11], [12]

Параметр	Брикет из коксовой пыли и жмыха	Уголь	Брикеты из древесины
Плотность, кг/м ³	1037,98	1100	800 – 1000
Влажность, %	1,85	5,4	1,8 – 8
Зольность, %	6,98	42	1,5 – 2,7
Выход летучих веществ, %	18,36	32	15 – 20
Теплота сгорания, ккал/кг	5383,70	4000	8650

Выводы

В ходе экспериментального исследования были получены брикеты из промышленных и сельскохозяйственных отходов: коксовой пыли и жмыха подсолнечника.

Были получены характеристики брикетов из коксовой пыли и жмыха подсолнечника. Средняя плотность полученных топливных брикетов составила 1037,98 кг/м³. Влажность полученных брикетов варьируется в

пределах от 1,64% до 2,00%, зольность - в пределах от 2,86% до 15,28%, выход летучих веществ - от 18,00% до 18,36%, теплота сгорания – 5383,70 ккал/кг.

Сравнительный анализ полученных в ходе исследования характеристик брикетов из коксовой пыли с аналогичными параметрами других видов топлив, показал, что данные брикеты по своим параметрам не уступают углю и соответствуют уровню брикетов, представленных на рынке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Кравцов, В. П.** Актуальность технологии брикетирования коксовой пыли / В. П. Кравцов, А. В. Папин // Вестник КузГТУ [Текст]. – 2012. – № 4. – С. 112–114.

2 **Солодов, В. С.** Разработка технологии утилизации коксовой пыли коксохимических производств в виде брикетов повышенной прочности / В. С. Солодов, А. В. Папин, Т. Г. Черкасова // Ползуновский вестник [Текст]. – 2011. – № 4-2, – С. 159-164.

3 **Елишевич, А. Т.** Брикетирование угля со связующим [Текст]. – М.: Недра, – 1972. – С. 216.

4 **Яблокова, М. А.** Современные технологии и оборудование для утилизации мелких нетоварных фракций нефтяного кокса / М. А. Яблокова, Е. А. Пономаренко // Химия и химическая технология. Процессы и аппараты. Известия СПбГТИ(ТУ) [Текст]. – 2016. – № 34.

5 **Гусейнова, А. Р.** Разработка технологии получения топливных брикетов с применением коксовой мелочи / А. Р. Гусейнова, Н. А. Салимова, Л. В. Гусейнова // Труды РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина [Текст]. – 2012. – № 4, – С. 106-111.

6 ГОСТ Р 54186–2010. Биотопливо твёрдое. Определение содержания влаги высушиванием [Текст]. – М., 2010. – 8 с.

7 ГОСТ Р 54186–2010. Биотопливо твёрдое. Определение зольности [Текст]. – М., 2010. – 8 с.

8 ГОСТ 55660–2013 Топливо твердое минеральное. Определение выхода летучих веществ [Текст]. – М., 2013. – 15 с.

9 Протокол испытаний №Н-24/19 от 19 апреля 2019г. Испытательная лаборатория ТОО «НИЦ «УГОЛЬ», Караганда, Республика Казахстан [Текст]. – 2019. – 1 с.

10 ГОСТ 80–96 Жмых подсолнечный. Технические условия [Текст]. – М., 1997. – 15 с.

11 Показатели качества отгружаемого угля разрезом «Богатырь» Экибастузского месторождения [Электронный ресурс] <http://www.bogatyr.kz/media/filebrowser/pokazateli/22.pdf>

12 **Пекарец, А. А.** Технология древесных и древесно-угольных брикетов из опилок д

REFERENCES

1 **Kravcov, V. P.** Aktual'nost' tekhnologii briketirovaniya koksovoj pyli [Relevance of coke dust briquetting technology] / V. P. Kravcov, A. V. Papin // Vestnik KuzGTU [Tekst]. – 2012. – № 4. – P. 112–114.

2 **Solodov, V. S.** Razrabotka tekhnologii utilizacii koksovoj pyli koksohimicheskikh proizvodstv v vide briketov povyshennoj prochnosti [Development of technology for the utilization of coke dust from coke-chemical industries in the form of briquettes of increased strength] / V. S. Solodov, A. V. Papin, T. G. CHERkasova // Polzunovskij vestnik [Text]. – 2011. – № 4-2, – P. 159-164.

3 **Elishevich, A. T.** Briketirovanie uglya so svyazuyushchim [Briquetting of coal with a binder] [Text]. – M.: Nedra, – 1972. – P. 216.

4 **Yablokova, M. A.** Sovremennye tekhnologii i oborudovanie dlya utilizacii melkih netovarnyh frakcij neftyanogo koksa [Modern technologies and equipment for the utilization of small non-commercial fractions of petroleum coke] / M. A. Yablokova, E. A. Ponomarenko // Himiya i himicheskaya tekhnologiya. Processy i apparaty. Izvestiya SPbGTI(TU) [Text]. – 2016. – № 34.

5 **Gusejnova, A. R.** Razrabotka tekhnologii polucheniya toplivnyh briketov s primeneniem koksovoj melochi [Development of technology for obtaining fuel briquettes using coke breeze] / A. R. Gusejnova, N. A. Salimova, L. V. Gusejnova // Trudy RGU nefti i gaza imeni I. M. Gubkina [Text]. – 2012. – № 4, – P. 106-111.

6 GOST R 54186–2010. Biotoplivo tvyordoe. Opredelenie sodержaniya vlagi vysushivaniem [Biofuels are solid. Determination of moisture content by drying] [Text]. – M., 2010. – 8 p.

7 GOST R 54186–2010. Biotoplivo tvyordoe. Opredelenie zol'nosti [Biofuels are solid. Determination of ash content] [Text]. – M., 2010. – 8 p.

8 GOST 55660–2013 Toplivo tverdoe mineral'noe. Opredelenie vyhoda letuchih veshchestv [Solid mineral fuel. Determination of the yield of volatile substances] [Text]. – M., 2013. – 15 p.

9 Protokol ispytaniy №N-24/19 ot 19 aprelya 2019g. Ispytatel'naya laboratoriya TOO «NIC «UGOL», [Test report No. N-24/19 dated April 19, 2019. Testing laboratory LLP «Research Center «UGOL»] Karaganda, Republic of Kazakhstan [Text]. – 2019. – 1 p.

10 GOST 80–96 Zhmyh podsolnechnyj. Tekhnicheskie usloviya [Sunflower cake. Specifications] [Text]. – M., 1997. – 15 p.

11 Pokazateli kachestva otgruzhaemogo uglya razrezom «Bogatyr'» Ekibastuzskogo mestorozhdeniya [Quality indicators of shipped coal from the

Bogatyr open-pit mine of the Ekibastuz deposit] [Electronic resource] <http://www.bogatyr.kz/media/filebrowser/pokazateli/22.pdf>

12 **Pekarec, A. A.** Tekhnologiya drevesnyh i drevesno-ugol'nyh briketov iz opilok drevesiny listvennic [Technology of wood and charcoal briquettes from sawdust of larch wood] / A. A. Pekarec // St. Petersburg [Text]. – 2020. – 8 p.

Материал поступил в редакцию 13.06.22.

*А. К. Кинжибекова¹, О. А. Степанова², Ә. Б. Сағындық³, Н. Ә. Уахит⁴

^{1,3,4}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

²Шакарим университеті, Қазақстан Республикасы, Семей қ.

Материал баспаға 13.06.22 түсті.

ӨНДІРІСТІК ЖӘНЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН ЖАСАЛҒАН ОТЫН БРИКЕТТЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ

Бұл мақалада «УПНК-ПВ» ЖШС өндіретін кокс шаңын брикет өндірісі арқылы қайта өңдеу мүмкіндігі талданады. Коксты өңдеудің технологиялық процесінің негізгі қалдықтары кокс шаңы болып табылады. Бұл қалдықтар көміртегінің жоғары мөлшерімен сипатталады. Осыған байланысты қалдықтарды тауарлық өнімге қайта өңдеуге арналған шағын және орта қуаттылықтағы жинақы өндірістерді дамыту өзекті болып отыр. Жұмыста ауылшаруашылық қалдықтарын қосу арқылы мұнай коксын (кокс шаңын) күйдіру технологиялық процесінің қалдықтарынан отын брикеттерінің сипаттамаларын анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді. Осы зерттеу аясында брикет күнбағыс күнжарасын қосу арқылы кокс шаңынан жасалған. Кокс тозаңының күнбағыс күнжарасына қатынасы сәйкесінше 50-ден 80 пайызға дейін өзгертіліп отырды. Зерттеу жұмысы аясында жасалған брикеттердің ылғалдылығы, тығыздығы, күлділігі және ұшқыш заттар сияқты сипаттамалары анықталды. Қарастырылып отырған мәселе бойынша зерттеу жүргізудің қажеттілігі өндірісте және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылықта кокс шаңды брикеттерді пайдаланудың артықшылықтарымен түсіндіріледі.

Кілтi сөздер: отын брикетi, кокс шаңы, ауыл шаруашылығы қалдықтары, қалдықтарды кәдеге жарату, брикеттердiң сипаттамалары.

*A. K. Kinzhibekova¹, O. A. Stepanova², A. B. Sagymdyk³, N. A. Uakhit⁴

^{1,3,4}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

²Shakarim University, Republic of Kazakhstan, Semey.

Material received on 13.06.22.

DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF COMBINED FUEL BRIQUETTES FROM INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL WASTE

This article analyzes the possibility of recycling coke dust produced by UPNK-PV LLP by producing briquettes. The main waste of the technological process of coke processing is coke dust. This waste is characterized by a high carbon content. In this regard, the development of small and medium-sized compact production facilities for processing waste into marketable products becomes relevant. In the work, studies were carried out to determine the characteristics of fuel briquettes from the waste of the technological process of calcining petroleum coke (coke dust) with the addition of agricultural waste. Briquettes in the framework of this study were made from coke dust with the addition of sunflower cake. The ratio of coke dust to cake varied from 50 to 80 percent, respectively. The resulting briquettes were examined to determine such characteristics as moisture content, density, ash content and volatile matter. The expediency of conducting research on the chosen issue is due to the advantages of using coke dust briquettes in production and housing and communal services.

Keywords: fuel briquette, coke dust, agricultural waste, waste disposal, characteristics of briquettes.

Теруге 13.06.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

16,6 Мб RAM

Шартты баспа табағы 23.88. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3958

Сдано в набор 13.06.2022 г. Подписано в печать 30.06.2022 г.

Электронное издание

16,6 Мб RAM

Усл. печ. л. 23.71. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3958

«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