

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

6

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2016

ҚАРАША
НОЯБРЬ
NOVEMBER

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абиев Р.Ш. проф. (Ресей)
Абишев М.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Аппель Юрген проф. (Германия)
Баймуқанов Д.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Байпақов К.М. проф., академик (Қазақстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Қазақстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Қазақстан)
Велихов Е.П. проф., РҒА академигі (Ресей)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Әзірбайжан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Қалимолдаев М.Н. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., корр.-мүшесі (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалықов Ж.У. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Полещук О.Х. проф. (Ресей)
Поняев А.И. проф. (Ресей)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Қазақстан)
Таткеева Г.Г. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Умбетаев И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. х. н., проф. академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абиев Р.Ш. проф. (Россия)
Абишев М.Е. проф., член-корр. (Казахстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Апель Юрген проф. (Германия)
Баймуканов Д.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Байпаков К.М. проф., академик (Казахстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Казахстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Казахстан)
Велихов Е.П. проф., академик РАН (Россия)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Азербайджан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Калимолдаев М.Н. проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., чл.-корр. (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалыков Ж.У. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Полещук О.Х. проф. (Россия)
Поняев А.И. проф. (Россия)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Казахстан)
Таткеева Г.Г. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умбетаев И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M. Zh. Zhurinov

E d i t o r i a l b o a r d:

Abiyev R.Sh. prof. (Russia)
Abishev M.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Avramov K.V. prof. (Ukraine)
Appel Jurgen, prof. (Germany)
Baimukanov D.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Baipakov K.M. prof., academician (Kazakhstan)
Baitullin I.O. prof., academician (Kazakhstan)
Joseph Banas, prof. (Poland)
Bersimbayev R.I. prof., academician (Kazakhstan)
Velikhov Ye.P. prof., academician of RAS (Russia)
Gashimzade F. prof., academician (Azerbaijan)
Goncharuk V.V. prof., academician (Ukraine)
Davletov A.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Dzhrbashian R.T. prof., academician (Armenia)
Kalimoldayev M.N. prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Laverov N.P. prof., academician of RAS (Russia)
Lupashku F. prof., corr. member. (Moldova)
Mohd Hassan Selamat, prof. (Malaysia)
Myrkhalykov Zh.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nowak Isabella, prof. (Poland)
Ogar N.P. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Poleshchuk O.Kh. prof. (Russia)
Ponyaev A.I. prof. (Russia)
Sagiyani A.S. prof., academician (Armenia)
Satubaldin S.S. prof., academician (Kazakhstan)
Tatkeyeva G.G. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umbetayev I. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Khripunov G.S. prof. (Ukraine)
Yakubova M.M. prof., academician (Tadjikistan)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**S. D. Fazylov, T. S. Zhivotova, O. A. Nurkenov, M. A. Abdykalykov,
Zh. B. Satpaeva, A. B. Mukashev, A. N. Zhakupova, M. Z. Muldakhmetov**

Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry of the Republic of Kazakhstan, Karaganda.
E-mail: iosu8990@mail.ru, zhhs2004@mail.ru, nurkenov_oral@mail.ru, iosu.kz@mail.ru, satpaeva_zh@mail.ru,
alibek.mukashev.92@mail.ru

DEVELOPMENT OF OPTIMAL PARAMETERS FOR PRODUCTION OF FUEL BRIQUETTES ON THE BASIS OF THE COAL SCREENING LEFTOVERS AND COAL SLURRIES

Abstract. The experimental data was obtained during the development of production technology of high-calorie coal briquette fuel. Studies were conducted to determine the optimal composition of batches on the basis of solid carbonaceous waste coal and coal slurries screenings. The processes of chemical adhesion between coal slurry and coal tailings in the presence of binding Na-CMC-75/400 and hydrophobic agent (coal tar) were studied. Assessments of quality of the obtained pellets were carried out using standard procedures and regulations on fuel briquettes test methods. The optimum pellet sizes within the batch as well as quantitative composition of the briquettes were determined. The main qualitative indicators of coal fuel briquettes, such as heat of combustion, mechanical strength and water resistance were determined. The briquettes produced according to this technology are classified as domestic solid smokeless briquettes.

Keywords: briquette fuel, coal tailings, intensity of combustion, mechanical strength, water resistance.

УДК 622.788:662.712

**С. Д. Фазылов, Т. С. Животова, О. А. Нуркенов, Ж. Б. Сатпаева,
М. А. Абдыкалыков, А. Б. Мукашев, А. Н. Жакупова, М. З. Мулдахметов**

Институт органического синтеза и углехимии Республики Казахстан, Караганда, Казахстан

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ БРИКЕТНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ УГОЛЬНЫХ ОТСЕВОВ И УГОЛЬНОГО ШЛАМА

Аннотация. Представлены экспериментальные данные, полученные при разработке технологии производства высококалорийного угольно-брикетного топлива. Проведены исследования по установлению оптимальных параметров составления шихты на основе твердых углеродсодержащих отходов угольных отсевов и угольных шламов. Изучены адгезионно-химические процессы композиции «угольный шлам+угольный отсев» в присутствии связующего (Na-КМЦ-75/400) и гидрофобизатора (каменноугольной смолы). Оценка качества полученных брикетов проводилась с использованием стандартных методик и нормативных документов на методы испытаний топливных брикетов. Установлены оптимальный гранулометрический состав шихты для брикетирования и количественный состав брикетов. Определены основные качественные показатели полученных углеотопливных брикетов – теплота сгорания, механическая прочность и водостойкость. Получаемые при оптимальных технологических параметрах и составах брикеты, по содержанию летучих веществ относятся к категории бездымных бытовых твердых брикетов.

Ключевые слова: брикетное топливо, углеотходы, теплота сгорания, механическая прочность, водостойкость.

При переработке и добыче угля, в частности, при его обогащении, образуется огромное количество не утилизируемых (или утилизируемых), неквалифицированно тонкодисперсных отходов (в основном, в виде шламов), содержащих, в ряде случаев, до 50-70% угольного вещества. Накопление и складирование таких отходов не только наносит существенный ущерб экологии регионов, но и крайне невыгодно с экономической точки зрения. Проблема рационального использования этих углей связана, прежде всего, с большим содержанием мелких фракций, достигающих 50-65% от общего добываемого его количества [1, 2]. Уровень переработки угля ведущими странами в настоящее время составляет более 60% в США, 75% – в Австралии, 80% – в Германии, 90% – в Великобритании [3, 4]. В Казахстане этот показатель не превышает 36%.

Как известно, Карагандинский угольный бассейн с площадью около 3,6 тыс. км² – один из крупнейших в мире, который по запасам угля занимал третье место в СССР после Кузбасса и Донбасса. Добыча ведется, главным образом, подземным способом. Основные центры добычи – города Караганда, Сарань, Абай, Шахтинск. Потребителями коксующихся углей являются металлургические заводы Казахстана и России, энергетических – железнодорожный транспорт, электростанции и промышленные предприятия. Проблема утилизации и переработки углеотходов в Карагандинском регионе особенно актуальна. Разработка технологии производства брикетно-угольного топлива для Центрально-Казахстанского региона на основе местных сырьевых ресурсов имеет большую практическую перспективу, позволит существенно снизить себестоимость брикетов и решить экологические проблемы, связанные с утилизацией углеотходов.

Брикетирование углей – одно из направлений превращения мелких классов углей в бытовое и энергетическое топливо для слоевого сжигания. Так, при сжигании отсева угля в слоевой топке коэффициент использования химической энергии угля составляет не более 40-45%. При сжигании в слое брикетов, полученных из того же отсева угля, коэффициент полезного использования химической энергии угля составляет 70-80%. Отсюда очевидны преимущества использования брикетного топлива [3-8]. В настоящее время известно большое количество различных способов брикетирования, отличающихся как по компонентному составу брикетов, так и по технологии их получения. Основные качественные показатели углеотопливных брикетов сводятся к следующим параметрам: теплота сгорания, механическая прочность и водостойкость. Помимо этого, готовый брикет должен быть экологически безвредным и иметь достаточно низкую себестоимость, оставаясь конкурентоспособным видом топлива на рынке энергоресурсов. Теплота сгорания брикетов определяется только качеством и составом компонентов брикетируемой шихты, которые могут целенаправленно изменяться [8-15]. Механические показатели композиционного брикета зависят как от состава шихты, так и от ряда технологических параметров брикетирования. Основным требованием к сырьевой смеси для производства брикетов являются гранулометрический состав шихты и расход связующего, оптимальный с точки зрения обеспечения заданной прочности, как готового брикета, так и брикета-сырца направляемого в сушку.

Нами в качестве объектов исследования использовались: угольный шлам обогатительной фабрики ЦОФ-7 (г. Караганда), угольные отсева Кузнецкого и Шахтинского разрезов Карагандинской области, в качестве связующего – клей Na-КМЦ-75/400, в качестве гидрофобизатора – каменноугольная смола ТОО «Сары-Арка-спецкокс» (г. Караганда). Предварительно определены качественные показатели использованных местных угольных материалов:

– угольный отсев Кузнецкого разреза, марка Б-3: зольность (A^d) – 17,2-23,00%; влага общая (W^a) – 16,56%; выход летучих веществ (V^{daf}) – 47,20%; массовая доля серы (S^d_t) – 0,50-0,71%; низшая теплота сгорания (Q_i^t , ккал/кг) – 4600-4930 ккал/кг;

– угольный отсев Шахтинского разреза, марка К-12: зольность (A^d) – 18,3-27,4%; влага общая (W^a) – 13,26-15,31%; массовая доля серы (S^d_t) – 0,43-0,64%; низшая теплота сгорания (Q_i^t) – 4600-4804 ккал/кг, высшая теплота сгорания (Q_s^{daf}) – 7900 ккал/кг;

– угольный шлам ЦОФ-7 (марки КЖ, К, К-12): зольность – 34,5%; влага общая – 14,1-18,2%; выход летучих веществ – 25,6%; массовая доля серы (S^d_t) – 0,63%; низшая теплота сгорания (Q_i^t) – 4450 ккал/кг, высшая теплота сгорания (Q_s^{daf}) – 6390 ккал/кг;

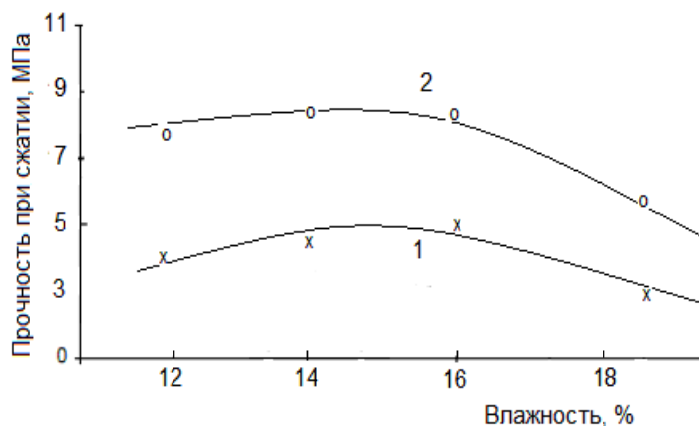
– клей Na-КМЦ-75/400, массовая доля основного вещества в абсолютно сухом техническом продукте, не менее 50%, активность водородных ионов (рН) водного раствора Na-КМЦ-75/400 с массовой долей 1,5% при температуре 20 °С;

– каменноугольная смола ТОО «Сары-Арка-Спецкокс»: зольность – 0,1%; плотность при 20 °С – 0,4 кг/м³; температура кипения: в парах – 315 °С, в жидкости 390 °С; выход пека 50%; массовая доля веществ, нерастворимых в толуоле 3,8%; содержание фенолов > 20%.

В условиях лабораторных испытаний для изготовления опытных образцов брикетов был выбран способ полусухого прессования. Углетопливные брикеты изготавливали цилиндрической формы диаметром 25 мм, длиной 100-120 мм. Оценку качества полученных брикетов проводили с использованием стандартных методик и нормативных документов на методы испытаний топливных брикетов [16-18].

В исследованиях брикетированию подвергались угольные шихты (угольный отсев + угольный шлам) с влажностью 12-18% при содержании угольной мелочи 50-90 масс.%, угольного шлама 10-50 масс.%, клея Na-КМЦ-75/400 3-8 масс.%. Клей приготовлен растворением Na-КМЦ-75/400 в воде в соотношении 20:1 и добавлен в шихту в количестве 5% от общей массы брикетной смеси. Угольный шлам ЦОФ-7 вводили в шихту для брикетирования с целью удешевления стоимости получаемых брикетов, а также повышения пластичности и улучшения зернового состава угольной шихты. Ситовый анализ угольных шламов ЦОФ-7 показал, что в его зерновом составе содержание фракций 1-2 мм и 0-1 мм составляет по 45-60%, частиц свыше 3 мм – не более 8-10%, что сокращает затраты на измельчение исходного сырья. В результате проведенных исследований установлено, что оптимальный гранулометрический состав шихты для брикетирования должен иметь следующий ситовый состав: 0-1 мм – 35-45%, 1-2 мм – 25-40%, 2-3 мм – 6-10%.

Влагосодержание шихты оказывает важное влияние на прочностные свойства брикета-сырца [15-18]. Поскольку на влажность шихты влияет большое количество факторов, учесть влияние которых затруднительно, нужную влажность подбирают опытным путём. Оптимальное значение влажности угольной шихты устанавливалось по значениям прочности при сжатии образцов при минимальном и максимальном давлении прессования. На рисунке 1 показана зависимость прочности брикета-сырца от влажности шихты при расходе водного раствора клея Na-КМЦ-75/400 в количестве 5% от общей массы шихты, откуда следует, что оптимальной для брикетирования является влажность воздушно-сухого состояния угольной смеси, находящаяся в пределах 14-16%.



Состав шихты: отсев Кузнецкого разреза марки Б-3 + шлам = 80:15.

Рисунок 1 – Влияние содержания влаги угольной шихты на прочность брикетов при давлении прессования 20 МПа (кривая 1) и 50 МПа (кривая 2)

Увеличение содержания влаги в угольной шихте от 16 до 22% оказывало понижающее влияние на адгезию между углем и связующим из-за резкого нарушения непосредственных адсорбционных контактов в межфазной зоне, что и приводило к уменьшению прочности. Прочность сцепления частиц брикетируемой угольной смеси в значительной степени возрастает с увеличением давления прессования.

Сжигание полученных образцов брикетов показало, что брикетная композиция на основе угольного отсева Шахтинского разреза класса марки К-12 и угольного шлама лучше возгорается, горение происходит постепенно, не выделяет дыма и долго сохраняет тепло, брикеты раскаленные,

в процессе горения не рассыпаются. Брикетные композиции на основе угольного отсева Кузнецкого разреза марки Б-3 уступают по этим показателям, они плохо воспламеняются, в процессе горения рассыпаются. Основные технические характеристики брикетов опытной партии приведены в таблице.

Основные технические характеристики углебрикетов опытной партии

Шихта	Состав брикета ¹ , %		Показатель качества ²						
	А	Б	$R_{сбр}$, %	$R_{ист}$, %	A^d , %	W^a , %	V^{dav} , %	Q_i^r , ккал/кг	Q_s^{daf} , ккал/кг
Угольный отсев Кузнецкого разреза (А) + шлам (Б)	60	35	82,7	74,7	32,4	3,62	39,2	4215	6750
	70	25	84,2	78,4	30,2	3,58	37,7	4750	8050
	80	15	86,4	77,1	34,6	3,44	36,5	4788	8141
Угольный отсев Шахтинского разреза (А) + шлам (Б)	60	35	85,3	75,6	34,5	3,65	39,0	4750	6834
	70	25	86,4	80,4	37,2	3,53	36,4	4750	8243
	80	15	86,3	77,6	38,3	3,36	37,3	4750	8141

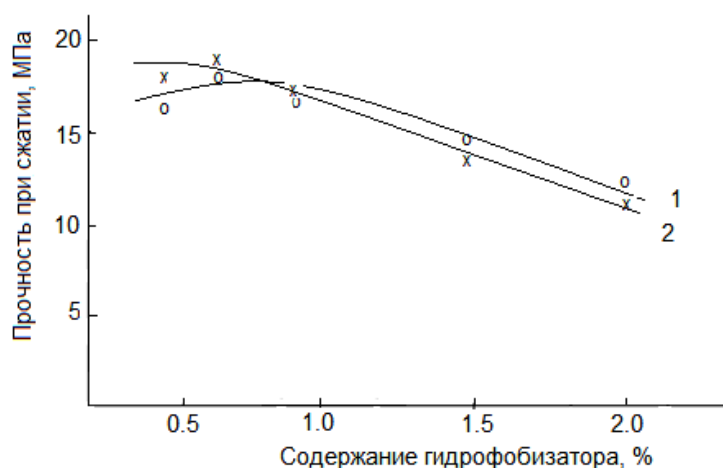
¹ Количество связующего – 5%.
² $R_{сбр}$ – механическая прочность при сбрасывании; $R_{ист}$ – механическая прочность при истирании; A^d – зольность; W^a – влага общая; V^{dav} – выход летучих веществ; Q_i^r – низшая теплота сгорания; Q_s^{daf} – высшая теплота сгорания.

Для придания брикетам большей прочности и водостойкости нами в качестве гидрофобизатора была использована каменноугольная смола ТОО «Сары-Арка-спецкокс». Опытным путем было установлено, что гидрофобизатор и угольные компоненты целесообразно смешивать, предварительно нагрев до температуры 50-60 °С. Как показали результаты проведенных опытов, для брикетирования при фракционном составе угольной шихты в пределах 0-2,0 мм с влажностью исходной шихты 6-8%, оптимальное количество гидрофобизатора не должно превышать 1-3%.

Брикеты изготавливались следующим образом. Вначале готовили затворяющую смесь. Для этого в подготовленный угольный отсев вводится каменноугольная смола, смесь подогрывается (до температуры размягчения смолы) и перемешивается до получения однородной массы. Подготовленная таким образом затворяющая смесь (связующее) смешивалась с подогретым до 50-60 °С вторым углесодержащим компонентом – угольным шламом. Перемешивание проводили до полного смачивания частиц угля и получения однородной массы, а формование брикетов – из шихты, имеющей температуру 35-40 °С, давление прессования 10-25 Мпа. Содержание клея КМЦ-75/400 меняли в пределах 4-10% в зависимости от состава и влажности шихты. Упрочнение полученных брикетов возможно как в условиях естественного твердения при температуре окружающей среды 18-20 °С и относительной влажности 50-60%, так и при принудительной сушке. При сушке брикетов под действием молекулярно-поверхностных сил изменяется их структура. Естественная сушка дает возможность получить брикеты с минимальным количеством дефектов, так как при этом происходит медленная усадка материала. Однако интенсивность процессов структурообразования и количество кристаллических фаз, влияющих на свойства брикетов, увеличиваются при их температурной обработке. Результаты исследования зависимости прочности при сжатии от содержания гидрофобизатора представлены на рисунке 2, из которого следует, что оптимальное количество гидрофобизатора, для изучаемых составов шихты, находится в области 0,5-0,8%.

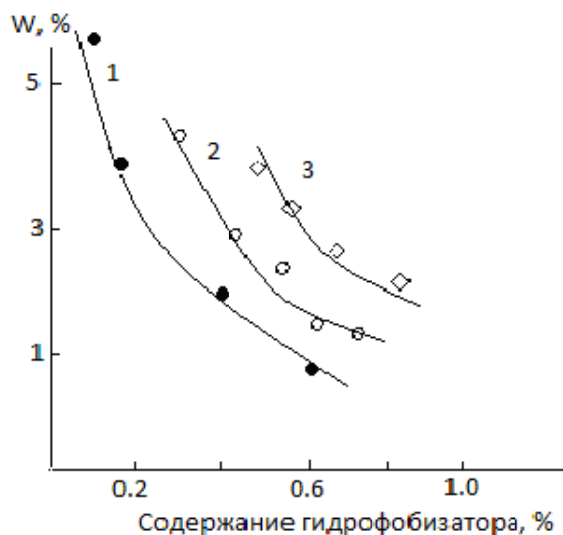
Результаты исследования водопоглощения углебрикета в зависимости от содержания связующих компонентов (рисунок 3), позволяют определить наиболее оптимальный диапазон расхода клея Na-КМЦ75/400 (5-8%) и гидрофобизатора (0,6-0,8%) для получения брикетов, имеющих водопоглощение не более 3,0-3,5%.

Оптимальный режим термобработки для полученных углебрикетных композиций составил: температура 95-100 °С, время выдержки – 3 ч, охлаждение – воздушное. Рост прочности с температурой, возможно, связан с увеличением скорости окислительных и полимеризационных процессов, протекающих в композиционной системе [19, 20]. В результате этих процессов происходит его



Брикетная шихта: 1 – отсев Кузнецкого разреза марки Б-3 + шлам = 80:15; 2 – отсев Шахтинского разреза марки К-12 + шлам = 80:15; $C_{\text{КМЦ}}$, 5%.

Рисунок 2 – Зависимости изменения прочности при сжатии композиционных углебрикетов от содержания гидрофобизатора



Брикетная шихта: отсев Кузнецкого разреза марки Б-3 + шлам = 80:15; расход Na-КМЦ75/400, %: 1 – 4,0; 2 – 6,0; 3 – 8,0.

Рисунок 3 – Зависимости изменения водопоглощения композиционных углебрикетов от содержания гидрофобизатора и связующего Na-КМЦ75/400

отверждение, образование твердых высокомолекулярных соединений, обеспечивающих прочную связь зерен брикетного материала.

Результаты испытаний брикетов с добавкой гидрофобизатора показали следующие показатели качества: механическая прочность при истирании 78-85%, сбрасывании – 85-90%, зольность – 30,2-32,5%, низшая теплота сгорания – 4320-4750 ккал/кг, высшая теплота сгорания – 7123-7480 ккал/кг. Характер горения брикетов с добавкой гидрофобизатора практически идентичен горению брикетов только со связующим Na-КМЦ75/400 – горение не сопровождается треском, зола по структуре пылевидная, термостойкость брикетов достаточно высокая. Получаемые при оптимальных технологических параметрах и составах брикеты, по содержанию летучих веществ относятся к категории бездымных бытовых твердых брикетов. Таким образом, проведенными исследованиями показана перспективность отработки технологии производства высококалорийного угольно-брикетного топлива на основе отходов угледобычи Карагандинского угольного бассейна.

Работа выполнена по гранту Комитета науки МОН РК № 2715/ГФ4.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Будаев С.С., Линева Б.И., Чигирин С.В. Разработка техники и технологии брикетирования Канско-Ачинских бурых углей и освоение промышленного производства топливных брикетов // Уголь. – 2000. – № 9. – С. 64-67.
- [2] Елишевич А.Т. Брикетирование угля со связующими. – М.: Недра, 1972. – 162 с.
- [3] Шувалов Ю.В., Тарасов Ю.Д., Никулин А.Н. Обоснование рациональных технологий получения топливно-энергетического сырья на основе твердых горючих углеродсодержащих // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 8. – С. 243-247.
- [4] Шувалов Ю.В., Никулин А.Н. Ресурсосберегающие технологии получения тепловой энергии на основе переработки твердых горючих углеродсодержащих отходов // Записки горного института. – СПб.: СПГИ, 2007. – Т. 170, ч. 1. – С. 139-141.
- [5] Малолетнев А.С., Мазнева О.А., Наумов К.И. Получение гранулированного бытового топлива из мелких классов углей Подмосквового и Канско-Ачинского бассейнов // Химия твердого топлива. – 2012. – № 2. – С. 47-54.
- [6] Лейкин В.З., Шестаков Н.С. Современные технологии эффективного сжигания топлива на ТЭС // Надеж. и безопас. энерг. – 2013. – № 3. – С. 20-27.
- [7] Литвинов В.В., Ширшиков В.И., Пиялкин В.Н. Химия и технология брикетирования древесного угля // Изв. вузов. Лесной журнал. – 2012. – № 6(330). – С. 101-108.
- [8] Малыгин П.В., Любоб В.К. Характеристики топливных гранул из различных видов древесных пород // Химия твердого топлива. – 2015. № 5. – С. 61-69.
- [9] Манжай В.Н., Фуфаева М.С., Егорова Л.А. Топливные брикеты на основе мелкодисперсных частиц кокса и криогелей поливинилового спирта // Химия твердого топлива. – 2013. – № 1. – С. 44-47.
- [10] Мануйлов В.Е. Теоретическое обоснование возможности подачи углеотходов в сырьевой шлам // Информ. Цемент. – 2011. – № 4(34). – С. 66-69.
- [11] Мессерле А.В. Математическое моделирование процессов термохимической подготовки пылеугольных топлив к сжиганию в горелочных устройствах с плазменным источником // Горение и плазмохимия. – 2003. – Т. 1, № 2. – С. 153-160.
- [12] Роде В.В., Рыжков О.Г. Гуминовые препараты из бурых углей месторождений России // Химия твердого топлива. – 1994. – № 6. – С. 43-49.
- [13] Мингалеева Г.Р., Зацаринная Ю.Н., Назмеев Ю.Г. Последовательность расчета и термодинамическая эффективность индивидуальной системы подготовки угля с промежуточным бункером // Изв. РАН. Энергетика. – 2006. – № 2. – С. 67-73.
- [14] Мирошниченко Д.В. Размолоспособность углей // Кокс и химия. – 2013. – № 12. – С. 20-27.
- [15] Малолетнев А.С., Наумов К.И., Скрипченко Г.Б., Шведов И.М. Новые процессы получения окускованного топлива // Химия твердого топлива. – 2011. – № 3. – С. 45-51.
- [16] ГОСТ 21289-75. Брикеты угольные. Методы определения механической прочности. – Введ. 1977-01-07. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1986. – 25 с.
- [17] Августевич И.В., Броновец Т.М., Головин Г.С. Стандартные методы испытания углей. Классификация углей. – М.: НТК «Трек», 2008. – 368 с.
- [18] Карякин С.К., Заворин А.С., Маслов С.Г. Теплотехнические свойства углей Таловского месторождения Томской области // Изв. ТПУ. – 2002. – Т. 305, № 2. – С. 131-136.
- [19] Угли бурые, каменные и антрацит. Номенклатура показателей качества. – ГОСТ 33130-2014. – Введ. впервые. – М.: Стандартинформ, 2015. – 9 с.
- [20] Головин Г.С., Родэ В.В., Малолетнев А.С., Лунин В.В. Уголь – сырье для получения продуктов топливного и химико-технологического назначения // Химия твердого топлива. – 2001. – № 4. – С. 3-29.

REFERENCES

- [1] Budaev S.S., Linev B.I., Chigirin S.B. Ugol, **2000**. 9. 64-67 (in Russ.).
- [2] Elishevich A.T. Briquetting of coal with connective. M.: Nedra. 1972. 162 p. (in Russ.).
- [3] Shuvalov Yu.V., Tarasov Yu.D., Nikulin A.N. Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten. **2011**. 8. 243-247(in Russ.).
- [4] Shuvalov Yu.V., Nikulin A.N. Zapiski gornogo institute, **2007**. 170. 1. 139-141 (in Russ.).
- [5] Maloletnev A.S., Mazneva O.A., Naumov K.I. Khimiya tverdogo topliva. **2012**. 2. 47-54 (in Russ.).
- [6] Leikin V.Z., Shestakov N.S. Nadezhnost and bezopastnost energii. **2013**. 3. 20-27 (in Russ.).
- [7] Litvunov V.V., Shirshikov V.I., Pialkin V.N. Izv. Vuzov. Lesnoi zhurnal. **2012**. 6(330). 101-108 (in Russ.).
- [8] Malygin P.V., Lyubob V.K. Khimiya tverdogo topliva. **2015**. 5. 61-69 (in Russ.).
- [9] Manjai V.H, Fufaeva M.C., Egorova L.A. Khimiya tverdogo topliva. **2013**. 1. 44-47 (in Russ.).
- [10] Manuilov V.E. Inform Tsement. **2011**. 4(34). 66-69 (in Russ.).
- [11] Messerle A.V. Gorenje i Plazmochimiya. **2003**. 1. 2. 153-160 (in Russ.).
- [12] Rode V.V., Ryzhkov O.G. Khimiya tverdogo topliva. **1994**. № 6. C.43-49(in Russ.).
- [13] Mingalieva G.P., Zatsarinnaya Yu. N., Nazmееv Yu.G. Izv. RAN. Energetica. **2006**. 2. 67-73 (in Russ.).
- [14] Miroshnichenko D.V. Koks and chimiya. **2013**. 12. 20-27 (in Russ.).
- [15] Maloletnev A.S., Naumov K.I., Skripchenko G.B., Shchedov I.M. Khimiya tverdogo topliva. **2011**. 3. 45-51 (in Russ.).
- [16] GOST 21289-75. Preforms coal. Methods of determination of mechanical durability. Vved. 1977-01-07. M.: GosstandartRossii. Izd-vostandartov, 1986. 25 p. il. 3 (in Russ.).

- [17] Avguchevish I.V., Bronovets T.M., Golovin G.S. Standard methods for testing coal. Classification of coals. M.: NTK «Trek». **2008**. 368 p. (in Russ.).
- [18] Karyakin S.K., Zavorin A.S., Maslov S.G. Izv. TPU. **2002**. 305. 2. 131-136 (in Russ.).
- [19] Coal and peat and anthracite. Nomenclature of quality indices. GOST 33130-2014. M.: Standartinform. **2015**. 9 p. (in Russ.).
- [20] Golovin G.S., Rode V.V., Maloletnev A.S., Lunin V.V. Khimiya tverdogo topliva. **2001**. 4. 3-29 (in Russ.).

**С. Д. Фазылов, Т. С. Животова, О. А. Нүркенов, М. А. Абдыкалыков,
Ж. Б. Сатпаева, А. Б. Мұқашев, А. Н. Жақыпова, М. З. Молдахметов**

Қазақстан Республикасы Органикалық синтез және көмірхимиясы институты, Қарағанды, Қазақстан

КӨМІР ҚАЛДЫҚТАРЫ МЕН КӨМІР ҚОҚЫСТАРЫ НЕГІЗІНДЕ БРИКЕТТІ ОТЫН АЛУДЫҢ ТИІМДІ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖАСАУ

Түйін сөздер: брикетті отын, көмір қалдықтары, жану жылуы, механикалық қаттылық, суғаберіктілік.

Аннотация. Жоғары калориялы көмірлі-брикетті отынды алудың өндірістік технологиясын жасау барысында алынған тәжірибелік деректер келтірілген. Көмір өндірісінің қатты қалдықтары – көмір ұнтақтары мен көмірлі қоқыстардан шихтаны (қосындыны) жасаудың тиімді көрсеткіштерін іздестіру жұмыстары жүргізілген. «Көмір қоқысы-көмір ұнтағы» композициясының байланыструшы-желім (Na-КМЦ-75/400) мен гидрофобизатор (таскөмір шайыры) қатысында адгезионды-химиялық процесстер зерттелген. Алынған брикеттердің сапалық көрсеткіштерін анықтау стандарты методикалар мен нормативті құжаттарға негізделінген әдістемелерді қолдану барысында бағаланған. Брикеттер алынатын шихталардың тиімді құрамы мен мөлшерлік құрамдары анықталған. Алынған көмірлі брикеттердің негізгі сапалық көрсеткіштері – жану жылулығы, механикалық беріктілігі мен суға тұрақтылығы. Тиімді технологиялық көрсеткіштер мен ыңтайлы құрам жағдайында алынатын брикеттер түтін болып ұшатын заттар көлемі бойынша түтінсіз жанатын тұрмыстық брикеттерге жатады.

Сведения об авторах:

Фазылов Серик Драхметович – д.х.н., проф., Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда, зам. директора по научной работе

Животова Татьяна Сергеевна – д.х.н., проф., Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда, Ученый секретарь

Нүркенов Оралгазы Ақтаевич – д.х.н., проф., Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда, Зав. лаб.

Сатпаева Жанаркуль Болсынбековна – Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда, научный сотрудник. магистр

Абдыкалыков Мейрам Ахмеджанович – к.б.н., Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда, вед. науч. сотрудник

Мұқашев Аликбек Болатович – Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда, мл. науч. сотрудник

Жакупова Айнура Ныгметуллоевна – к.х.н., доцент, Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар, зав. кафедрой химии

Молдахметов Марат Зайнулович – д.х.н., проф., член-корр. НАН РК, Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда, член-корр. НАН РК, ведущий научный сотрудник

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 30.10.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
12,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.