

УДК 662.813

**Сартова Кулумкан Абдыкеримовна<sup>1</sup>***химия илимдеринин кандидаты, доцент, улук илимий кызматкер***Сартова Кулумкан Абдыкеримовна<sup>1</sup>***кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник***Sartova Kulumkan Abdykerimovna<sup>1</sup>***Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher***Сарымсаков Шайдылда<sup>1</sup>***кандидат химических наук, старший научный сотрудник***Сарымсаков Шайдылда<sup>1</sup>***химия илимдеринин кандидаты, улук илимий кызматкер***Sarymsakov Shaidylda<sup>1</sup>***Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher***Камбарова Гульнара Бексултановна<sup>1</sup>***кандидат химических наук, старший научный сотрудник***Камбарова Гульнара Бексултановна<sup>1</sup>***химия илимдеринин кандидаты, улук илимий кызматкер***Kambarova Gulnara Beksultanovna<sup>1</sup>***Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher***Джапарова Шакархон<sup>2</sup>***кандидат химических наук, доцент***Жапарова Шакархон<sup>2</sup>***химия илимдеринин кандидаты, доцент***Dzhararova Shakarkhon<sup>2</sup>***candidate of chemical sciences, associate professor***Чакаев Нургазы<sup>1</sup>***научный сотрудник***Чакаев Нургазы<sup>1</sup>***илимий кызматкер***Chakaev Nurgazy<sup>1</sup>***research associate***ТЕРМОБРИКЕТИРОВАНИЕ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КЫЗЫЛ-КИЯ****КӨМҮР ТЕРМОБРИКЕТТӨӨ КЫЗЫЛ-КЫЯ КЕНДЕРИ****THERMAL BRIQUETTING OF COALS FROM THE KYZYL-KIYA DEPOSIT**<sup>1</sup>*Институт химии и фитотехнологий*<sup>2</sup>*Ошский технологический университет им. М.М. Адышева*<sup>1</sup>*Химия жана фитотехнология институту*<sup>2</sup>*М. М. Адышев атындагы Ош технологиялык университети*<sup>1</sup>*Institute of Chemistry and Phytotechnologies*<sup>2</sup>*Osh Technological University*

**Аннотация.** В результате исследований разработаны условия брикетирования, т.е. оптимальным режимом для термобрикетирования является давление прессования 800 кг/см<sup>2</sup>, температура нагрева шихты 410<sup>o</sup>C, крупность угля должна быть не более 1,0 мм. При таких

условиях прочность брикета достигает до 120 кг/см<sup>2</sup>, дымность минимальная, брикеты термостойчивы.

**Ключевые слова:** термобрикетирование, шихта, уголь, топливные брикеты, связующие вещества.

**Аннотация.** Изилдөөлөрдүн натыйжасында брикеттөө шарттары иштелип чыкты. Термикалык брикеттөө үчүн оптималдуу шарттар болуп, престөө басымы 800 кг/см<sup>2</sup>, заряд ысытуу температурасы 410°C жана көмүрдүн майдалоо өлчөмү 1,0 ммден ашпайт. Мындай шарттарда брикеттин бекемдиги 120 кг/см<sup>2</sup> чейин жетет, түтүн минималдуу, ал эми брикет ысыкка чыдамдуу.

**Негизги сөздөр:** жылууулук брикеттөө, шихта, көмүр, отун брикеттери, байланыштыруучу заттар.

**Annotation.** As a result of the research, briquetting conditions were developed. The optimal conditions for thermal briquetting are a pressing pressure of 800 kg/cm<sup>2</sup>, a charge heating temperature of 410°C, and a coal grain size of no more than 1.0 mm. Under these conditions, briquette strength reaches up to 120 kg/cm<sup>2</sup>, smoke is minimal, and the briquettes are heat-resistant.

**Key words:** thermal briquetting, charge, coal, fuel briquettes, binders.

### Введение

Целью данной работы является получение термобрикетов из низкосортных углей путем термической (360-410°C) обработки под давлением 800-1000 кг/см<sup>2</sup>.

В связи с высокой стоимостью связующих (например, каменноугольный пек, нефтебитумы, гудроны, гуматы и др.) для брикетирования каменных углей и значительным их расходом (7-9%) были проведены работы с целью снижения расхода связующего или замены его другими связующими, а также полного исключения связующего за счет применения повышенных давлений и температур при прессовании углей [1]

Кроме брикетирования со связующими веществами перспективным направлением окускования каменноугольной мелочи и углеотходов является термобрикетирование, основанное на способности некоторых углей при нагревании образовывать летучие (смолы) или нелетучие (пластическая масса) продукты деструкции, способные выступать в роли связующего. Наиболее целесообразен процесс термобрикетирования для хорошо спекающихся углей. В случае неспекающихся каменных углей необходим тщательный подбор условий процесса, в частности, установление оптимальной температуры и существенное повышение давления прессования [2].

Процесс получения термоугля заключается в облагораживании термообработкой в вихревых камерах нетранспортабельных бурых

углей, обладающих высокой влажностью. Дополнительным требованием к качеству сырья является зольность, которая не должна превышать 15%, это диктуется условиями на зольность термобрикетов [3]. Основными преимуществами термобрикетирования являются, во-первых, отсутствие дефицитных связующих добавок, значительно повышающих себестоимость брикетов; во-вторых, предварительная высокотемпературная обработка (400-500 оС), которая позволяет получать бездымное окускованное топливо, что обеспечивает экологические преимущества термобрикетов [4].

Отличительная особенность бурых углей – содержание в них значительного количества кислорода, формы связей которого в составе угольных веществ весьма разнообразны, но относятся преимущественно к так называемой периферийной части. Кислород образует соединения гидроксильного, карбонильного и частично эфирного типа, замещенные минеральными элементами или низкомолекулярными органическими соединениями. Поэтому, при нагреве угля эти связи будут подвергаться деструкции быстрее и сопровождаться преимущественным образованием низкомолекулярных кислородсодержащих соединений. Эти свойства угля были использованы при создании процесса получения высококалорийного топлива – термоугля путем нагревания угля до относительно невысокой температуры (450оС). При этом происходит удаление влаги (30-35% рабочего топлива), деструкция в основном

кислородсодержащих соединений и удаление балластного кислорода [5].

Ученые [6] Кыргызстана К.М. Жумалиев и др. в монографии привели научные работы по исследованию и разработке технологии производства угольных брикетов для народнохозяйственных нужд.

В работе [7] приведены технологии получения термобрикетов.

Авторы статьи [8] излагают основные предпосылки для получения качественных брикетов из низкосортных углей, а также технология и оборудование для ее реализации. Брикеты, полученные путем пиролиза или термической обработки исходного сырья, имеют теплотворную способность выше в полтора и более раз. При таком подходе возможны несколько путей реализации новых способов получения угольных брикетов. К ним можно отнести: пиролиз исходного угольного сырья, термообработка или комбинированные способы.

Авторы работы [9] обуславливают необходимость нового подхода к созданию технологий производства брикетов из угольных отсевов и шламов. При этом технологические системы могут быть построены по наиболее рациональным схемам производства угольных брикетов с использованием современных компьютерных технологий.

Авторы работы [10] исследовали механизм приготовления и поведения термического превращения брикета с высокой термочностью. Процесс предварительной термической обработки усиливает прочные мостиковые связи между частицами в брикете. При температуре 2500С размягчение и плавление дисперсии асфальтового пека с последующим охлаждением образует прочные мостики, повышая термическую прочность за счет физических изменений. При температуре 4500С внутри брикета вследствие предварительной термической обработки происходят химические реакции, в результате которых на контактной поверхности после завершения реакции образуются стабильные макромолекулярные структуры, что повышает термическую прочность.

#### **Методы и объекты исследования**

Объектом исследования являлись угли месторождения Кызыл-Кия Кыргызской Республики.

#### **Методы термобрикетирования.**

Брикетированию подвергались угли со степенью измельчения  $\leq 1$  мм. Пробы углей месторождения Кызыл-Кия подвергались исследованию по методу горячего прессования. Шихта нагревается до определенной температуры (360-4100С) и при достижении температуры подвергается брикетированию под давлением 800-1000 кг/см<sup>2</sup>. Полученные брикеты испытывали на механическую прочность, термо- и водоустойчивость, а также на дымность.

**Механическая прочность на сбрасывание.** Для определения механической прочности брикетов при испытании сбрасыванием целые брикеты, предварительно взвешенные, загружали в контейнер с открывающимся дном и помещали его над металлической плитой на высоте 1,5-2 м и сбрасывали брикеты на плиту. После четвертого сбрасывания испытываемые брикеты и их куски собирали и подвергали рассеву аналогично как при испытании на истирание. Оставшуюся на сите мелочь и брикеты собирали в контейнер и взвешивали.

**Механическая прочность на сжатие.** Метод заключается в сжатии брикета под действием силы и фиксации момента его разрушения. Это позволяет оценить надежность брикетов при транспортировке и хранении.

Водостойкость брикетов оценивали приростом массы брикетов в процентах после 2 и 24 часов пребывания под водой.

#### **Методы определения дымности:**

- Описательный метод (визуальная оценка): Брикет сжигается в обычной печи или топке.

- Оценка: Наблюдается интенсивность и цвет выделяемого дыма. Описывается как «сильный», «слабый», «черный», «белый» и т.д. Этот метод является субъективным, но позволяет быстро оценить качество продукта в бытовых условиях.

#### **Факторы, влияющие на дымность**

**Влажность:** Чем выше влажность брикета, тем больше дыма он производит.

**Зольность:** Высокое содержание золы может приводить к образованию более густого дыма и сажи.

**Тип сырья:** Различные типы сырья, из которого производят брикеты, имеют

разную зольность и влажность, что влияет на их дымность.

#### Обсуждение полученных результатов

Из разрабатываемых месторождений Кыргызской Республики уголь Кызыл-Кия, относится к плотным бурым марки БЗ.

Исследование технического, химического состава и процесс пиролиза выбранных объектов является необходимым, важным этапом при проведении термобрикетирувания. Результаты технического, элементного анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1. Технический и элементный анализ углей

Месторождение углей	Содержание, %					
	Марка угля	W <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	B <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	Q <sup>daf</sup> Ккал/кг
Кызыл-Кия	БЗ	9,68	15,25	1,31	37,92	7100

	C <sup>daf</sup>	H <sup>daf</sup>	N <sup>daf</sup>	S <sup>daf</sup>	O <sup>daf</sup> (по разности)
Кызыл-Кия	77,86	4,35	1,17	1,71	14,91

Выход продуктов пиролиза представлен в табл. 2.

Таблица 2. Выход продуктов пиролиза углей, %

Месторождение угля	Тем-ра, °C	Карбонизат	Жидк. конд.	Газ+потери
Кызыл-Кия	500	82,64	7,52	9,84

Как видно из табл. 1,2 исследуемая проба Кызыл-Кийского угля является имеет среднюю зольность, выход первичной смолы достигает 7,5%, что делает возможным получение брикетов из него без добавления связующих веществ, используя процесс термобрикетирувания. Пробы углей месторождения Кызыл-Кия подвергались исследованию по методу горячего прессования.

Шихта нагревается до определенной температуры (360-410°C) и при достижении температуры подвергается брикетированию под давлением 800-1000 кг/см<sup>2</sup>. Полученные брикеты испытывали на механическую прочность, термо- и водостойчивость, а также на дымность. Характеристика брикетов приведена в табл. 3.

Таблица 3. Термобрикетирование угля месторождения Кызыл-Кия

Тем-ра нагрева шихты, °С	Давление прессов, кг/см <sup>2</sup>	Прочность брикетов			
		механическая кг/см <sup>2</sup>	термиче- ская	после воды	вид дыма
360	800	63-101	Развалился	Рассыпался	легкая ко- поть
360	1000	45-108	Развалился	90,3	-//-
390	800	72-90	Развалился	Рассыпался	-//-
390	1000	48-120	10-20	86-64	Белый
410	800	104-120	10-30	60-104	-//-
410	1000	104-120	10-40	развалился	-//-

В результате полученных данных видно, что оптимальным режимом для брикетирования является давление прессования 800 кг/см<sup>2</sup>, температура нагрева шихты 410°С, крупность угля должна быть не более 1,0 мм. При таких условиях прочность брикета достигает до 120 кг/см<sup>2</sup>, дымность минимальная, брикеты термоустойчивы.

#### Выводы:

1. Изучена физико-химическая характеристика углей месторождения Кызыл-Кия.

2. Подобран оптимальный режим для термобрикетирования углей - давление прессования 800 кг/см<sup>2</sup>, температура нагрева шихты 410°С, крупность угля не более 1,0 мм.

3. Получены брикеты прочные (до 120 кг/см<sup>2</sup>), термоустойчивые с минимальной дымностью.

#### Литература

1. W. Petersen//Clückauf – № 33-34. –1950.
2. Крохин В. Н. Особенности брикетирования бурого угля чихедского месторождения//Брикетирование углей и углеродистых материалов. –М.: Нура,1973.
3. Еремин И.В., Жарова М.Н., Скрипченко Г.Б. Оценка пригодности углей для производства синтетического топлива//ХТТ. – №1. –1981.
4. Зверев Д.П., Кричко А.А., Смирнова Т.С. и др. Получение синтетического твердого топлива из Канско-Ачинского угля//ХТТ. –№1. –1981.
5. Патраков Ю.В., Федорова Н.И. Термобрикетирование отсевов углей Ленинского р-на Кузнецкого бассейна// ХТТ. – №5. – 1999.
6. Жумалиев К.М. Исследование и разработка технологии производства угольных брикетов для промышленных коммунально-бытовых нужд / К.М.Жумалиев, С.А.Алымкулов, А.А.Асанов, Ш.С.Сарымсаков. - Бишкек: Макс-принт, 2012. - 254 с.
7. Евстифеев Е.Н. Новая технология производства бытового бездымного топлива // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 6 – С. 51-53.
8. Асанов А.А., Абдыкадыров Т.С., Дуйшеев М., Мусабаев А. Предпосылки к реализации технологии получения бездымных брикетов из низкосортных углей Кыргызстана. Известия ВУЗов. 2014. № 4. С. 125-128.
9. Асанов А.А., Турдакун уулу Н. К разработке технологических систем для получения угольных брикетов// Машиноведение. 2016. № 1. С. 66-71.
10. Yibo W. Study on preparation mechanism and thermal conversion behavior of high thermal strength briquette // Xinjiang Key Laboratory of Coal Clean . 2023.