УДК 544.478-03

[1]Ж.А. Арзиев, [2]Ж.К. Каирбеков, [2]В. С. Емельянов*, [2]Э. М. Шакиев,
[2]Ж. К. Мылтыкбаева, [2]Т. В. Шакиева

[1]Институт новых технологий ЮО НАН КР, Кыргызстан, г. Ош
[2] НИИ Новых химических технологий и материалов, Казахстан, г. Алматы
*E-mail:niinhtm@mail.ru

Брикетирование угля в присутствии гуматов в качестве связующего

В статье приведены результаты брикетирования угля в присутствии гуматов, выделенных из угля методом экстракции на стадии его химической подготовки. Оптимизированы условия брикетирования и прочностные характеристики полученных брикетов. Показано, что, используя гуматы натрия, аммония и силиката в качестве связующего, можно получить из мелочи углей брикеты с прочностью, достигающей 3 МПа. Для практических целей можно рекомендовать водные растворы гуматов аммония, натрия и силиката концентрацией от 0,1-2%. При необходимости длительного хранения (более года) угольных брикетов на основе гумата аммония рекомендуется их подвергать термообработке при температуре 200°С. Разработаны технологическая схема брикетирования и рабочий проект создания брикетной фабрики производительностью 40 000 тонн угля в год.
Ключевые слова: уголь, брикетирование, гуматы, связующее, технология

Zh.A. Arziev, Zh.K. Kairbekov, V.S. Yemelyanova, E.M. Shakiyev, Zh.K.Myltykbaeva, T. V.Shakiyeva

Coal briquetting at the presence of humates as the binding substance

The results of coal briquetting at the presence of humates derived from coal at the stage of its chemical preparation by the extraction method are resulted in the paper. The conditions of briquetting and strength characteristics of the received briquettes are optimized. It is demonstrated that briquettes with the durability reaching 3 MPa can be derived from a coal fines using sodium, ammonium and silicate humates as binding substance. Water solutions of ammonium, sodium and silicate humates with concentration from 0,1-2% can be recommended for practical purposes. It is recommended to expose coal briquettes on a basis of ammonium humate to the thermal treatment at temperature 200°C as necessary of long storage (more than a year). The technological scheme of briquetting and the working project of creation of briquette factory with productivity of 40 000 tons of coal per year are developed.
Key words: coal, briquetting, humates, binding substance, technology.

Ж.А. Арзиев, Ж.Қ. Қайырбеков, В.С. Емельянова, Э.М. Шакиев, Ж.К.Мылтықбаева, Т.В. Шакиева

Байланыстырғыш ретінде гуматты пайдаланып көмірді текшелеу

Мақалада химиялық дайындау сатысында экстракция әдісі арқылы көмірден бөлініп алынған гуматтар қатысымен көмірді текшелеу нәтижелері көрсетілген. Алынған текшелердің төзімділік сипаттамалары мен текшелеу жағдайлары оңтайластырылған. Натрий-, аммоний- және силикат-гуматты байланыстырғыш ретінде пайдаланып, көмірдің ұнтақталған бөлшектерінен төзімділігі 3 МПа жететін көмір брикеттерін алуға болатыны көрсетілген. Практикалық мақсаттарға концентрациясы 0,1-2%-ға дейін аммоний, натрий гуматтарының және силикат гуматының сулы ерітінділерін ұсынуға болады. Аммоний гуматтарының негізіндегі көмір текшелерін ұзақ мерзімде (бір жылдан аса) сақтау керек болғанда, оларды 200°С термоөңдеуге ұшырату қажет. Текшелеу процесінің технологиялық сызбанұсқасы мен өнімділігі жылына 40 000 т көмір шығаратын текшелеу фабрикасының жұмыс жобасы жетілдірілген.
Түйін сөздер: көмір, текшелеу, гуматтар, байланыстырғыш, технология.

Введение

При переработке и добыче угля, в частности, при его обогащении, образуется огромное количество неутилизируемых 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 земельным

ресурсам, но и крайне невыгодно с экономической точки зрения. [1]

Мелочь углей, шлам в шламоотстойниках шахт и обогатительных фабрик представляют серьёзную проблему, большое количество шлама совместно с водой попадает в водные объекты, загрязняя их. Использование мелкого угля и шлама, после сложного процесса их сушки, в слоевых топках и бытовых печах малоэффективно из-за больших потерь этих продуктов в виде просыпа под колосники, которые увеличивают количество удаляемой золы. Кроме того мелкие классы при сжигании попадают в воздух и загрязняют атмосферу.

Таким образом, весьма актуальной является разработка технологии брикетирования мелких углей, коксовой мелочи, шламов, и пр. Получаемые брикеты пригодны для типовых топочных устройств и позволяют поднять КПД топок до 80% при существенном снижении вредных выбросов. [2]

Производство угольных брикетов для бытового использования получило широкое распространение в начале XX века. Первые промышленные установки были построены в Великобритании и Германии, а затем в других странах. В качестве сырья для брикетов использовали антрацитовую и коксовую мелочь, полукокс, каменные и бурые угли, торф. Низкокачественные бурые угли и торф брикетировали без связующего, а каменные угли, антрацит, кокс и полукокс – со связующим. В Германии, Польше и Югославии буроугольные брикеты широко использовали как технологическое топливо и сырье для производства полукокса и недоменного кокса. Начиная с 60-х годов производство брикетов сократилось. В Германии производство брикетов сократилось с 62 млн. т в 1970 году до 7 млн. т в 1995 году; в Великобритании – с 6-7 млн. т в год в начале 70-х годов до 1,5 млн. т в год в конце 90-х.

Разработана технология для получения специальных видов топлива. В частности, можно считать перспективным получение коксобрикетов, пригодных в качестве специальных видов кокса, например, для ферросплавного и литейного производства. Для этих целей могут быть использованы, в частности, коксобрикеты полученные из смеси шламов и флотоконцентратов углеобогатительных фабрик и коксовой пыли приготовленные со связующим-концентратом лигносульфонатов или смолистых отходов.

Брикеты могут использоваться в угольной, коксохимической, металлургической, химической и других отраслях промышленности, а также как бытовое топливо.

Расчётная себестоимость брикетирования составляет 350-600 тг/т. Стоимость технологической линии брикетирования с установкой механоактивации составляет 7,5-15 млн. тг/т. [3]

В статье приведены результаты исследования брикетирования угля в присутствии гуматов, выделенных из угля на стадии его химической обработки. Впервые для экстракции гуматов использованы силикаты натрия.

Эксперимент

Приготовление брикетов осуществляли на установке (рисунок 1), включающей просевочную машину, шаровую мельницу (1), микромельницу (2), смеситель-диспергатор (3), пресс брикетов (4) и сушильный шкаф (5). Установка позволяет выпускать 5 кг брикетов в час.

Опыты по брикетированию проводили с мелочью углей месторождения Шубарколь. Дисперсность угольного порошка для опытов составляла d = 0÷3 мм, влажность исходного угля W = 13,6% и зольность – 19,2%. В качестве связующих использовали водные растворы гумата натрия, гумата аммония и гумата силиката в следующем процентном содержании: 0,01; 0,1; 1; 2; 5; 7 и 10.

Давление прессования во всех опытах было равно 20 МПа или 20 кг/см^2. Брикеты изготовляли массой по 70 г цилиндрической формы, диаметром 25 мм, и высотой 15 мм. Затем их подвергали сушке в лабораторном сушильном шкафу при t = 105°C в течение часа. Испытание брикетов производились через 2-3 дня после сушки.

Брикеты подвергали испытаниям на прочность тремя независимыми методами: сжатием, встряхиванием с частотой 100 герц в течение двух часов; сбрасыванием брикетов с 1,5 метровой высоты на металлическую плиту.

При испытании брикетов методом сжатия на прочность принималось такое давление, при котором происходит разрушение брикета. При проведении испытаний методом встряхивания и сбрасывания результаты выражались в процентах. Брикеты после испытаний разделяли по размерам на два класса: первый – d > 25 мм, а второй – d < 25 мм.

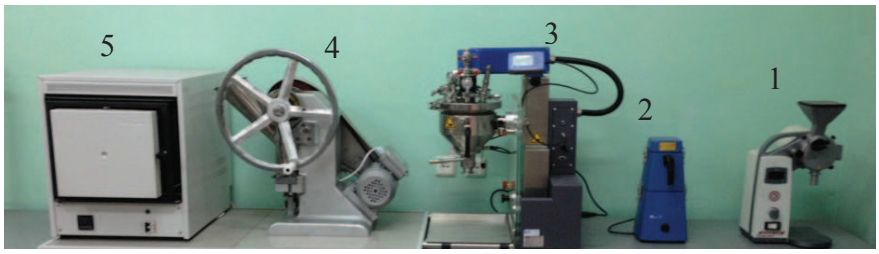


Рисунок 1 – Установка Брикетирования

Результаты и обсуждение

Усредненные данные прочностных характеристик брикетов, определенных методом сжатия, приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, в случае использования гумата натрия прочность брикетов увеличивается от 2,44 до 2,7 МПа, с увеличением его процентного содержания от 0,1% до 10%. В аналогичных условиях прочность гумата аммония колеблется в пределах 2,7-3,1 МПа. Для гумата силиката прочность брикетов, с увеличением концентрации связующего от 0,1% до 5% возрастает от 2,6 до 3,1 МПа.

Таблица 1 – Прочностные характеристики угольных брикетов, определенные методом сжатия, МПа.

Связующее	Водный раствор гуматов, (%)					
	0,1	1	2	5	7	10
Гумат натрия	2,44	2,61	2,67	2,50	2,51	2,70
Гумат аммония	3,10	2,70	2,10	2,70	2,90	3,00
Гумат силиката	2,60	2,80	3,20	3,10	-	-

При использовании в качестве связующего растворов гумата силиката в концентрации выше 5% полученная шихта затвердевала быстро, и не удалось получить брикеты. Усредненные прочностные характеристики брикетов, исследованных методом встряхивания, приведены в таблице 2.

С увеличением содержания гумата в связующем от 0,1 до 10% прочность остается довольно высокой. Доля крупных остатков брикетов (d >25 мм) после встряхивания в течение двух часов составляет выше 80%. Для гумата силиката при всех концентрациях 0,1-2% доля крупных остатков брикетов сохраняется стабильно высокой.

В таблице 3 приведены усредненные данные по исследованию прочности брикетов, проведенных методом сбрасывания.

Прочность брикетов с гуматными связующими, определенная методом сбрасывания, оказалась низкой. Для гумата натрия максимальная доля брикетов размерами d > 25 мм после сбрасывания не превышает 35-37%, а для гумата аммония и гумата силиката этот показатель соответственно составляют 39-41% и 50-62%. Таким образом, высокие показатели прочности брикетов зафиксированы у связующих на основе гумата силиката.

Таблица 2 – Прочностные характеристики угольных брикетов, определенных методом встряхивания, %.

Вид гумата и сохранность брикетов	Водный раствор гуматов, (%)						
	0,01	0,1	1	2	5	7	10
Гумат натрий, остаток брикета:							
d > 25 мм (%)	98,5	73,13	80,3	80,9	94,6	94,7	95,77

Продолжение таблицы 2

d < 25 мм (%)	1,5	26,87	19,7	19,1	5,4	5,3	4,23
Гумат аммоний, остаток брикета с диаметром:							
d > 25 мм (%)	90,6	95,5	85,3	89,2	92,6	77,61	75,75
d < 25 мм (%)	9,4	4,5	14,7	10,8	7,4	22,39	24,25
Гумат силиката, остаток брикета с диаметром:							
d > 25 мм (%)	87,5	94,3	94,7	94,6	-	-	-
d < 25 мм (%)	12,5	5,7	5,3	5,4	-	-	-

Таблица 3 – Влияние концентрации гумата на прочность брикетов сбрасывания. Прочность брикетов определена методом сбрасывания, %.

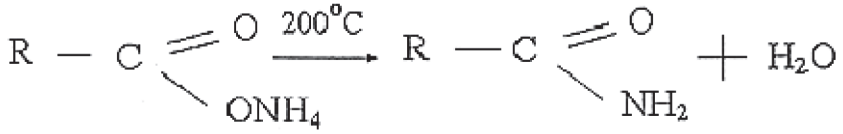
Вид гумата и сохранность брикетов	Водный раствор гуматов, (%)						
	0,01	0,1	1	2	5	7	10
Гумат натрий, остаток брикета с диаметром:							
d > 25 мм (%)	8,85	2,7	35,18	37,0	22,8	28,2	35,7
d < 25 мм (%)	91,15	97,3	64,82	63,0	77,2	71,8	64,3
Гумат аммоний, остаток брикета с диаметром:							
d > 25 мм (%)	35,4	38,2	25,2	37,81	41,22	39,63	29,35
d < 25 мм (%)	64,6	61,8	74,8	62,19	58,78	60,37	70,65
Гумат силиката, остаток брикета с диаметром:							
d > 25 мм (%)	16,9	61,8	50,0	28,2	-	-	-
d < 25 мм (%)	83,1	38,2	50,0	71,8	-	-	-

Однако, как показали наши исследования, при длительном хранении брикеты, полученные с использованием гумата аммония, из-за поглощения влаги окружающей среды, начинают терять свои прочности, иногда даже начинают рассыпаться.

Во избежание этого нами проводились экспериментальные исследования по сохранению прочностных характеристик брикетов при длительном хранении, методом получения термобрикетов. Для этого полученные брикеты подвергались термообработке при различных температурах процесса. На основе экспериментальных исследований было установлено, оптимальной температурой процесса термообработки брикетов является 200°С. При такой температуре процесса достигается наиболее качественные, оптимальные характеристики брикетов: механическая прочность и влагостойкость. При низких температурах процесса не достигается требуемая прочность и влагостойкость брикетов, а при повышении температуры выше оптимальной приводит к перерасходу энергии и повышению себестоимости полученных брикетов.

Механизм повышения прочности и влагостойкости угольных брикетов на основе гумата аммония, по нашему мнению, можно объяснить следующим образом.

Термическая обработка брикетов при температуре 200°С, приводит к тому, что гидрофильные гуматы аммония превращаются в амиды кислот (вещество нейтральное), вследствие которой происходят отщепление молекулы воды по следующей схеме:



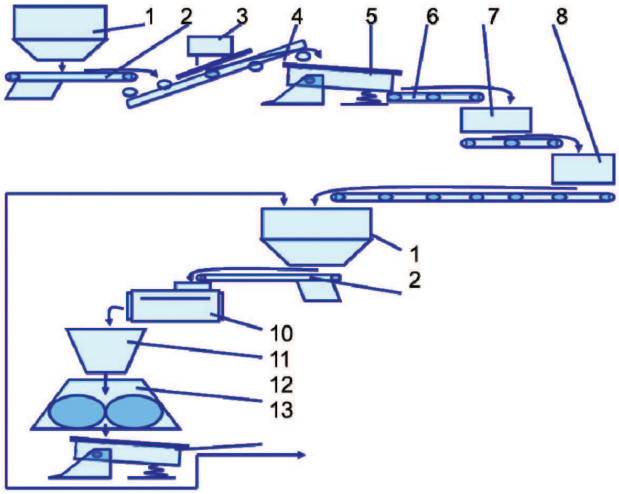
Вследствие вышеуказанного процесса получаются угольные брикеты на основе гумата аммония с хорошей механической прочностью и влагостойкостью.

Гумат силиката в экономическом плане выгодно отличается от гуматов аммония и натрия. Для получения гуматов аммония и натрия требуется импортное сырье, отсутствующие в республике. Для гумата силиката необходимое сырье в республике имеется (продукция стекольных заводов).

При необходимости длительного хранения (более года) угольных брикетов на основе гумата аммония рекомендуется их подвергать термообработке при температуре 200°С. Такой процесс позволяет сохранить прочность и влагостойкость брикетов длительное время.

Размещение брикетной фабрики по переработке угольной пыли или шламов можно предусмотреть на месторождении казахстанского угля с открытой добычей на месте скопления угольной пыли для ее утилизации, но наиболее целесообразно брикетную фабрику создать на углегазохимических комплексах по комплексной переработке угля с получением жидких продуктов, либо по технологии прямого ожижения угля, либо через его газификацию с последующим превращением синтез-газа. Обе технологические схемы включают блоки подготовки угля, предполагающие аппаратурное обеспечение приемки угля, дробление его, сортировку, смешение сырья с наполнителем.

В ДГП НИИНХТиМ разработан рабочий проект создания брикетной фабрики производительностью 40000 т брикетов в год. На рисунке 2 представлена технологическая схема, положенная в основу рабочего проекта.



1 – приемный бункер; 2 – питатель электровибрационный; 3 – грузоподъемный магнит; 4 – конвейер ленточный; 5 – грохот; 6 – конвейер ленточный; 7 – дробилка валковая; 8 – дробилка молотковая; 9 – конвейер ленточный; 10 – смеситель; 11 – бункер со шнековым питателем; 12 – пресс валковый; 13 – грохот

Рисунок 2 – Технологическая схема производства угольных брикетов

Принципиальной новизной разработанной в НИИ Новых химических технологий и материалов технологии является осуществление процесса брикетирования угля в непрерывной схеме с использованием валкового пресса. Формообразующие ячейки выполнены в виде съемных бан-

дажей, что позволяет менять форму брикетов. Усилие прессования задается набором тарельчатых пружин и составляет от 30 до 45 т. Достигаемое давление прессования заданного размера брикета 750÷1100 кгс/см^2 (75÷110 МПа). В предлагаемой технологической схеме предусматривается возможность, как сушки, так и увлажнения угля в вертикальном трубчатом аппарате.

В качестве связующего используются твердые отходы переработки «угольной нефти», либо выделенные из угля на стадии его химической обработки – гуматы. Впервые для экстракции гуматов использовано жидкое стекло.

Для увеличения прочности брикетов и уменьшения влажности, предлагается технология механоактивации. Получаемые брикеты имеют прочность на сжатие от 5 до 50 кгс/см^2 и пригодны для топочных устройств стандартной конструкции, что позволяет перевести топки на сжигание угольных и других переувлажнённых отходов, причем использование брикетов позволит обеспечить высокий КПД котлов, до 80%, при существенном снижении вредных выбросов.

Заключение

Таким образом, нами на примере гумата натрия, гумата аммония и гумата силиката в качестве связующего для угольных брикетов, изучен процесс брикетирования, оптимизированы условия процесса, определены прочностные характеристики полученных брикетов. Показано, что используя гуматы натрия, аммония и силиката в качестве связующего, можно получить из мелочи углей брикеты с прочностью, достигающей 3 МПа или 3,0 кг/см^2. При всех концентрациях гуматов от 0,01 до 10% с небольшими отклонениями прочность угольных брикетов одинаковая. Для практических целей можно рекомендовать водные растворы гуматов аммония, натрия и силиката концентрацией от 0,1-2%. Оптимальные параметры прочности были достигнуты в случае применения гумата силиката.

Гумат силиката в экономическом плане выгодно отличается от гуматов аммония и натрия. Для получения гуматов аммония и натрия требуется импортное сырье, отсутствующие в республике. Для гумата силиката необходимое сырье в республике имеется (продукция стекольных заводов).

При необходимости длительного хранения (более года) угольных брикетов на основе гумата аммония рекомендуется их подвергать термообработке при температуре 200°С. Такой процесс позволяет сохранить прочность и влагостойкость брикетов длительное время.

Литература

1 Описание технологии обезвоживания и брикетирования угля и угольных отходов // http://barnaul.all.biz/tehnologiya-obezvozhivaniya-i-briketirovaniya-s223819.

2 Джаманбаев А. Угли Киргизии и пути их рационального использования. – Фрунзе: Ишим, 1983. – 237 с.

3 Берёзкин З.А., Хотунцев Д.Д., Гребенников В.С. Снижение расходов углеводородных связующих веществ при брикетировании полукокса Сулюктинского угля // Вопросы энергетики и использования энергетических ресурсов Киргизии. – Фрунзе: Ишим. – 282 с.

References

1 The description of technology of dehydration and briquetting of coal and coal wastes [*Opisanie tekhnologii obezvozhivaniya i briketirovaniya uglya i ugol'nykh otkhodov*]. http://barnaul.all.biz/tehnologiya-obezvozhivaniya-i-briketirovaniya-s223819.

2 Dzhamanbaev A. Coals of Kirgiziya and a ways of their rational use [*Ugli Kirgizii I puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya*]. Frunze: Ishim, 1983. –237 p.

3 Beryozkin Z.A., Hotuntsev D.D., Grebennikov V. S. Lowering of outgoings of hydrocarbonic binding substances at briquetting of semicoke of Sulyuktinsky coal [*Snizhenie raskhodov uglevodorodnykh svyazuyushchikh veshchestv pri briketirovanii polukoksa Sulyuktinskogo uglya*]. – Questions of energetics and use of energy resources of Kirgiziya [*Voprosy energetiki i ispol'zovaniya energeticheskikh resursov Kirgizii*]. Frunze: Ishim, 1983. –282 p.