УДК 622.7

**ИССЛЕДОВАНИЕ БРИКЕТИРУЕМОСТИ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ СО СВЯЗУЮЩИМ**

***В.Г. Самойлик, А.Н. Корчевский***

*Донецкий национальный технический университет (ДОННТУ)*

**Аннотация:в статье приведены результаты исследований по брикетирумости смеси углей марок А и Т при различных расходах связующего и режимах термообработки. Определены условия получения брикетов с требуемой прочностью.**

**Ключевые слова: брикетирование, связующее, шихта, уголь, прочность,водостойкость**

**RESEARCH OF BRIQUETTABILITY OF COAL CHARGE WITH A BINDER**

***V.G. Samoilik, A.N. Korchevskyi***

*Donetsk National Technical University (DONNTU)*

**Abstract: The article presents the results of studies on the briquetting of a mixture of A and T coals at different binder consumption and heat treatment modes. The conditions for obtaining briquettes with the required strength have been determined.**

**Keywords: briquetting, binder, charge, coal, strength, water resistance**

**Введение**

Основной задачей брикетирования, как метода окускования мелкозернистых материалов, является получение более укрупнённых конгломератов – прочных брикетов заданной плотности. Проблема недостаточной прочности брикетов должна решаться комплексно по нескольким направлениям: получение и применение высокопрочных связующих; разработка различных технологических приёмов, позволяющих повысить прочность брикетов; а также применение технологий потребления, не требующих высоких нагрузок на брикеты.

Брикетирование имеет существенные отличия от других методов окускования – сплавления, спекания, агломерации и окатывания. При брикетировании первоначальное связывание частиц осуществляется за счет сил адгезии и когезии, а окончательное скрепление частиц в единое целое происходит в результате реакций цементации, протекающих в местах контакта. При этом состав частиц не меняется, а материал брикета представляет собой механическое соединение различных частиц в одно целое, при котором они сохраняют свои свойства, являясь, по сути, конгломератом.

Количественной оценкой брикетирования может служить плотность, пористость и прочность брикетов [1]. Технология брикетирования мелких материалов должна учитывать физико-химические свойства компонентов шихты, заданные свойства готовых брикетов и взаимодействия частиц между собой и со связующим.

Главное требование к связующему – его универсальность, т.е. высокая адгезионная способность ко всем компонентам брикета. Тип и расход применяемого связующего оказывает наибольшее влияние на показатели брикетов и на себестоимость их производства.

**Основное содержание работы**

В качестве связующих можно использовать самые разные вещества, обладающие «клеящим» (адгезионным) действием и способные твердеть при нормальных условиях, или при изменении условий (нагревании, охлаждении, изменении рН среды, взаимодействии с отвердителем и др.) Однако, на практике к связующим предъявляется целый ряд дополнительных требований. В частности, они должны быть не токсичными, не дефицитными, достаточно дешевыми, быть устойчивыми к атмосферным воздействиям и т.д. Связующее является определяющим условием прочности и, в значительной мере, восстанавливаемости брикетов. Увеличение расходов связующего повышает прочность брикетов. Однако, это приводит не только к снижению содержания полезных компонентов в брикетах, но и к значительному их удорожанию.

Для окускования связующие могут применяться как в жидком, так и в твёрдом виде, однако, наибольшее распространение получили связующие, используемые в жидком виде. Это связано с тем, что связующее в жидком виде имеет ряд преимуществ по сравнению с твёрдым связующим: жидкофазное связующее легко диспергируется и легко перемешивается с материалом. Твёрдые связующие, в основном, применяются при высокой влажности брикетируемых материалов: при этом снижаются расходы на обезвоживание.

Связующие вещества, применяемые при брикетировании, подразделяют на три типа: минеральные (неорганические), органические и комбинированные.

Неорганические связующиеобеспечивают достаточную прочность и водостойкость брикетов без термообработки, но требует оптимального ситового состава шихты и длительного времени набора оптимальной прочности. Основной недостаток – существенное повышение зольности брикета. К распространённым неорганическим связующим следует отнести гашеную известь, жидкое стекло, глинозёмистый и портландский цементы.

К распространённым органическим связующим относят каменноугольные и нефтяные смолы, мелассу, отходы гидролизной и целлюлозной промышленности, и тому подобное. Они обеспечивают весьма прочные и водостойкие брикеты при расходах 6-7%.Основной недостаток данных связующих – слабая водостойкость получаемых брикетов.

Комбинированные связующие состоят из смеси различных связующих. Они могут содержать несколько компонентов, улучшающих свойства основного связующего, или «организованных» по принципу – основное связующее активизирует добавки. Обычно это даёт хорошие результаты.

В наших исследованиях в качестве связующего для смеси углей марок Т и А была принята меласса. Меласса (патока) – продукт переработки сахарной свёклы, содержащий до 45-50% сахаров в виде фруктозы, глюкозы и сахарозы, сиропообразная жидкость тёмно-бурого цвета со специфическим запахом. В процессе сушки происходит разжижение мелассы, что может способствовать растеканию её по поверхности частиц твёрдой фазы.

Тощие угли и антрациты относятся к гумитам высшей степениуглефикации. Их отличает высокая конденсированность ароматических ядер и низкое содержание летучих веществ [2]. Это определяет максимальную для углей температуру воспламенения, что влияет на потребительские свойства брикетов.

На взаимодействие со связующими благоприятное влияние оказывает пористость антрацитов и тощих углей, которая связана с возрастом угольного вещества. В результате старения и изменения химического состава в нём произошло уплотнение внутриструктурных фрагментов макромолекул (аналогично усыханию коллоида), что способствовало появлению крупных трещин и увеличению внутренней поверхности.

Влага в порах и трещинах закрепляется слабо, в основном за счёт капиллярных сил. Это способствует взаимодействию как с растворимыми в воде, так и нерастворимыми углеводородными связующими.

Присутствие в шихте частиц крупнее 6 мм нежелательно, т.к. в процессе брикетирования под действием давления из-за хрупкости они разрушаются и образуют новые поверхности, не покрытые связующим. Это является одной из причин снижения прочности брикетов. Поэтому в в процессе исследований брикетируемости использовалась смесь углей марок Т и А в соотношении 50 : 50% крупностью 0-6 мм.

Перед опытами по брикетированию для стабилизации условий экспериментов производилась сушка шихты до влажности 15%.

Расчётное количество компонентов брикетирования в определённой последовательности смешивалось до получения однородной массы и брикетировалось, в основном, при давлении прессования 25 МПа, что соответствует развиваемому давлению в промышленных вальцевых прессах. Варьировался расход связующего в диапазоне 8-12% на сухую массы шихты.

По каждой серии экспериментов готовились брикеты в количестве 10-15 шт., используемые в дальнейшем для определения режимов термообработки, оценки прочности и влагостойкости. При термообработке брикетов варьировалось 2 фактора – температура и продолжительность процесса.

Результаты исследований представлены на рис. 1. Полученные данные свидетельствуют о возможности получения высокопрочных брикетов при использовании мелассы.

Увеличение расхода связующего свыше 8 % не рационально, т.к. рост прочности незначителен, но затраты на производство брикетов существенно увеличиваются.

Прочность брикетов в значительной степени растёт с повышением температуры, однако при значительном нагреве есть вероятность выгорания связующего. Интенсифицировать термообработку целесообразно путём увеличения времени термообработки, о чём свидетельствуют данные табл. 1.

**Таблица 1**

**Прочность брикетов при различном времени термообработки**

**при температуре 1750С**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Времятермообработки, мин | Прочность,кН | Условиябрикетирования |
| 10 | 1,23 | диаметр матрицы 50 мм; расход мелассы 5 % |
| 20 | 1,42 |
| 30 | 1,60 |

150

200

175

150

200

175

Время термообработки 10 мин

Время термообработки 20 мин

3

2

1

3

2

1

**Рис. 1. Зависимость прочности брикетов от температуры при расходе мелассы 6 % (1), 8 % (2) и 10 % (3)**

Р, кН

t, °С

Водостойкость брикетов оценивалась по остаточной прочности после выдерживания в воде в течение 1 часа. Исследования водостойкости показали, что после пребывания в водной среде в течение 1 часа, брикеты резко снижали прочность с 1,2-1,6 до 0,8-0,9 кН.

**Заключение**

Проведенные исследования дают возможность сделать следующие выводы:

1. При расходе мелассы в пределах (8-12)% по сухой массе обеспечивается достаточная первичная прочность брикетов.

2. Водостойкость брикетов низкая, требуются мероприятия по её повышению.

Для повышения водостойкости брикетов может быть использована аэрозольная обработка гидрофобизатором поверхности брикетов.

**Литература**

1. Окускование минерального сырья и продуктов его переработки : монография / А.Н. Корчевский, Е.И. Назимко, В.Г. Самойлик и др. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. 338 с.

2. Самойлик В. Г. Классификация твёрдых горючих ископаемых и методы их исследований: монография / В.Г. Самойлик. – Харьков: Водный спектр Джи-Ем-Пи, 2016. 308 с.