

УДК 66.022.55

АНАЛИЗ НА ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС БРИКЕТИРОВАНИЯ СЫРЬЯ

Е.С. Абдрахманов, Г.Д. Бозымбаев

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

М.С. Нургалиева

ЕИТИ им. К. Сампаева

Бұл жұмыста шикізаттарды брикеттеу мәселесі мен оның халық шаруашылығында алатын орны жайында және брикеттеу үрдісіне әсер ететін басты факторлар қарастырылады. Жекелей қарастырғанда, шикізат бөліктерінің гранулометриялық құрылымы; субстраттың температурасы, ылғалдылығы және брикеттердің суытылу мәселелері қарастырылған.

The article considers the meaning and role of briquetting of raw materials and the main factors, which influence the process of briquetting with binders. In particular, granulometric composition of particles of raw materials; temperature, moisture and the nature of the substrate; the problem of cooling of briquettes.

Экономное и рациональное использование сырьевых ресурсов, стимулирующее рост промышленного производства, является одним из основных требований, выдвигаемых Правительством РК на данном этапе развития народного хозяйства. Один из прогрессивных методов в решении этой проблемы – окускование.

Окускование – это превращение мелкозернистых полезных ископаемых в кусковой продукт за счет механических и (или) термических воздействий с применением специальных добавок или без них. Одной из разновидностей окускования является *брикетирование* – физико-химический процесс переработки полезных ископаемых, позволяющий получить механически и термически прочный сортовой продукт – брикет, имеющий определенную геометрическую форму, размеры и массу. Утилизация тонкозернистых полезных ископаемых, возможность получения из них высококачественной продукции для бытового и промышленного потребления – главное назначение брикетирования.

От других способов окускования (агломерация и окатывание) брикетирование отличается простотой процесса и дешевизной. Подтверждением тому служат сравнительные данные (в %) трех способов окускования железных руд:

Способ	Брикетирование	Агломерация	Окатывание с обжигом
Себестоимость	100	120 – 170	110 – 150
Затраты на 1т переработки сырья	100	130 – 160	90 – 140
Удельные капитальные затраты	100	110 – 200	120 – 180

Брикетирование полезных ископаемых представляет собой сложный физико- химический процесс взаимодействия разобщенных твердых частиц. Структура брикетов образуется путем непосредственных контактов частиц между собой или через прослойки связующих за счет прилагаемых усилий прессования. Разнообразие технологических приемов и специфичность отдельных видов окусковываемых минералов не позволяют создать единой теории брикетирования полезных ископаемых. В данной работе рассматриваются лишь основные факторы, влияющие на процесс брикетирования со связующим.

Гранулометрический состав. *Значение гранулометрического состава определяется влиянием суммарной поверхности соприкосновения зерен, числом и величиной пустот в структурном каркасе брикетов, содержанием остроугольных зерен, рельефом твердой поверхности и наличием пылевидных частиц.*

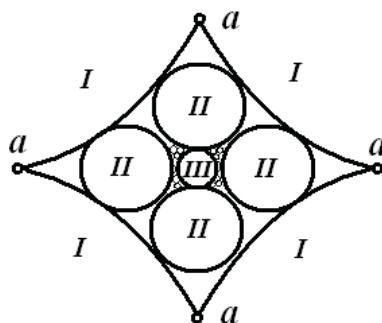


Рисунок 1 - Схема структуры с наиболее плотной упаковкой зерен диаметром I, II, III и т.д. в смеси

Теоретический принцип подбор смеси частиц различной крупности заключается в создании структурной композиции, отвечающей наиболее плотной упаковке (рисунок 1). В такой структуре массовое и объемное

соотношение зерен достаточно полно может характеризоваться эмпирическим уравнением

$$P = 100 \sqrt{\frac{d}{D}} \quad (1)$$

Где P- доля зерен (% по массе), проходящих через сито с диаметром отверстий, равным d; d- диаметр любого зерна смеси от 0 до D; D- максимальный диаметр зерна смеси.

Для большей наглядности гранулометрический состав зерен полезного ископаемого графически изображает в виде кривых – суммарных характеристик крупности. При построении графиков на оси абсцисс в линейном масштабе откладывают размеры отверстий сит d (мм), а по оси ординат суммарный выход классов (%). Использование таких кривых для смесей с широким диапазоном крупности зерен чрезвычайно затруднено, так как приходится строить непомерно большие графики. В таких случаях удобнее пользоваться логарифмической шкалой, что позволяет перейти к прямой линии. Последняя довольно точно характеризуется углом наклона и координатами одной ее точки. Пользуясь гранулометрической характеристикой в логарифмических координатах, можно установить наличие закономерности распределения в материале зерен по крупности.

Суммарные характеристики крупности описываются аналитическим уравнением Розина–Раммлера, которое имеет следующий вид:

$$R = 100e^{-bd^n} \quad (2)$$

где R–суммарный выход класса крупнее d (остаток на сите), %; d – размер отверстия сита, мкм; b и n – постоянные коэффициенты уравнения (параметры, зависящие от свойств материала и размерности d).

Используя это уравнение; можно определить зависимость между R и d, оптимальный верхний предел крупности, число зерен в любом классе, удельную поверхность и др. зная значения указанных величин, можно выбрать гранулометрический состав, обеспечивающий наиболее плотную упаковку зерен в смеси.

Удельная поверхность зерен смеси определяет тонкослоевое распределение и структурируемость связующих, а также долю адсорбционных контактов. Чем выше число зерен, тем больше активных центров – элементов поверхности, в которых сосредотачиваются атомы с незанятыми валентностями.

Плотность упаковки тесно связана с размером зерен. Мелкие зерна более ребристы, чем крупные и теплота их смачивания примерно в 4 раза больше, чем у последних. Большое содержание крупных зерен (более 6 мм) отрицательно сказывается на прочности брикетов. При прессовании такие частицы легко растрескиваются. Появляются новые поверхности, непокрытые связующим. Наличие пылевидных частиц приводит к повышению удельной поверхности, а, следовательно, и возрастанию расхода связующих, что способствует уплотнению брикетов в результате активного заполнения пустот.

На плотность упаковки брикетов существенно влияет порозность структуры. Как бы тщательно не были упакованы твердые зерна в брикеты, между ними всегда есть поры (рисунок 1). Число и величина пустот влияет на прочность брикетов. У брикетов из тонкозернистых частиц поры мелкие и они в основном заполнены связующим. Дефектов в виде пустот мало. Прочность брикетов велика. Брикет с преобладанием крупных зерен имеет большое число дефектов. Объемного слоя связующего для заполнения в них пустот не хватает. Поэтому эти брикеты имеют низкую прочность. Для повышения прочности упаковки рекомендуется вводить в брикетную смесь пылевидные частицы, легко проникающие в пустоты.

Неровности и шероховатость материала положительно влияют на механическое закрепление на нем связующего, повышая прочность брикетов.

Прочность брикетов тем ниже, чем однородней ситовой состав. Однородная смесь не позволяет обеспечить должную плотность упаковки. Зерна укладываются со значительным числом пустот в каркасе. Давление прессования неравномерно распределяется в объеме системы. Брикеты легко деформируются.

Температура субстрата. Температурные воздействия благоприятно сказываются на адсорбционной активности поверхности твердых частиц. Усиливается колебательный процесс поверхностных молекул, что приводит к отщеплению некоторой их части. Образуется реакционноспособные свободные радикалы, активно взаимодействующие между собой и связующим. В результате нагрева достигается тонкослойное растекание связующих по твердой поверхности и усиливаются связи в их адсорбционных слоях. Недостаточный нагрев частиц полезного ископаемого приводит к тому, что смачивание связующим твердой поверхности почти не происходит. Адгезионные связи в этом случае образуются лишь за счет незначительных точечных контактов капелек связующего. Для усиления прочности брикетов при слабом нагреве неизбежно увеличение расхода связующего.

Влажность и природа субстрата. *Влага, находящаяся на поверхности минеральных зерен, создает гидратную пленку, толщина которой определяет прочность связи субстрата со связующим.* Избыток влаги не позволяет связующим прочно прилипнуть к субстрату. Смачивающая способность уменьшается. Адгезия падает. Механическая прочность брикетов снижается. Находящаяся на поверхности влага при соприкосновении с горячим связующим интенсивно испаряется. Это вызывает охлаждение связующего и ухудшение смачивания. Так, например, увеличение содержания влаги в брикетной смеси с 2,5 до 7,5% снижает степень покрытия зерен угля нефтесвязующим (относительную адгезию) с 75 до 34%.

Для уменьшения вредного влияния поверхностной влаги обычно применяют термическую сушку. Иногда используют химическую модификацию поверхности частиц действием поверхностно-активных (ПАВ) веществ. ПАВ химически взаимодействует с твердой поверхностью. На ней образуются нерастворимые соединения, способствующие прочному сцеплению субстрата со связующим. Наличие поверхностно-активных группировок и активных «центров» на твердой поверхности благоприятствует адгезионным взаимодействиям. Пористая структура субстрата обуславливает протекание диффузионных процессов, дополняя тем самым общую адгезию между субстратом и адгезивом.

Охлаждение брикетов. Структурная прочность брикетов окончательно приобретает в процессе охлаждения. Выходящий из пресса брикет имеет температуру, близкую к температуре размягчения связующего. Снижение температуры достигается пребыванием брикетов в атмосфере подаваемого принудительно или естественно воздуха. В этот период связующие восстанавливают свою структуру до значений максимальной когезии. Интенсивность охлаждения брикетов пропорциональна отношению объема к поверхности охлаждаемых брикетов. Чем выше это отношение, тем медленнее происходит охлаждение. Размеры брикетов и их число, приходящееся на единицу площади охладительного устройства, определяют конечный результат охлаждения.

На охлаждение влияет влажность и расход связующих на брикеты. При высокой влажности в процессе охлаждения происходит интенсивное испарение. Возникающие трещины в брикетах вызывают падение их прочности. В зависимости от места сосредоточения влаги трещины могут быть поверхностные или внутренние. Последние очень пагубно сказываются на прочности брикетов.

Скорость охлаждения находится в прямой зависимости от расхода связующего. Если связующего в брикете мало, то охлаждение идет

быстро. Температура падает почти с одинаковой скоростью во всем объеме брикета. Если же содержание связующего высокое, температура снижается медленно и неравномерно. Поверхностные слои брикета охлаждаются сравнительно быстро, а внутренние – длительное время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елишевич А.Т. «Брикетирование полезных ископаемых». - Донецк: издательство ДПИ, 1985.
2. Менковский М.А. и др. «Связующие вещества в процессах окускования горных пород». - М.: Недра, 1917.
3. Зимон А.Д. «Адгезия жидкости и смачивания». - М., Химия, 1976.
4. Равич Б.М. «Брикетирование руд и рудно-топливных шихт». - М.: Недра, 1968.