

УДК 662.818.3

ПОТЕРЯ МАССЫ И СУШКА БРИКЕТОВ ИЗ ОТХОДОВ УГЛЕ-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Еремеев Е.А.¹, студент гр. ТЭб-231, II курс

Научный руководитель: Ушаков К.Ю.¹, к.т.н., доцент

¹Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Одним из важнейших этапов для получения высококачественного угля, в котором будет содержаться минимальное количество пустых пород и примесей, является углеобогащение. [1]

Обогащение угля – это технологический процесс, направленный на удаление из угля минеральных примесей и повышение его качественных характеристик, таких как теплотворная способность и снижение зольности. Этот процесс включает несколько этапов и выполняется различными методами. Наиболее популярные и эффективные – флотационный и гравитационный методы. Также используются магнитный, электрический и специальный методы. Основные этапы включают в себя дробление, грохочение, обогащение и обезвоживание. [2]

На этапе дробления и грохочения уголь измельчают до необходимой крупности и разделяют на классы по размеру частиц. Далее следует этап разделение угля на концентрат и отходы. После обогащения уголь содержит влагу, которую необходимо удалить с помощью сушки и обезвоживания.

На стадии обезвоживания образуется кек – мелкодисперсные частицы угля и минеральных примесей, с размером частиц до 0,1 мм. Его доля составляет 10-30% от конечного продукта обогащения. Образование кека приводит к появлению шламоотстойников и отвалов, которые занимают значительные территории и делают земли непригодными для рекультивации и дальнейшего использования.

В настоящее время существуют разные способы использования кека: пиролиз, брикетирование, сжигание в составе водоугольного топлива и пр. [3,4,5].

К перспективным методам переработки угольного кека относится брикетирование из-за низких экономических затрат и высокой производительности. Данные факторы позволяют быстро и качественно утилизировать производственные отходы и получить новые энергетические ресурсы.

Одной из основных особенностей кека, ограничивающее распространение практики создания топливных брикетов, является его высокая влажность (до 50% на рабочую массу). Данная особенность влияет на продолжительность сушки изготавливаемых брикетов, в случае сушки на открытом воздухе, или требует использования сушильного агента, что увеличивает себестоимость из-

готавливаемого топливного продукта. Также стоит отметить, что мелкодисперстность кека наряду с высокой влажностью способствует выдавливанию кека в зазоры оборудования используемого для процесса прессования, что ведет к большим потерям массы углеродсодержащего материала и снижению экономической обоснованности использования технологии брикетирования. В представленной работе для решения этой проблемы в процессе брикетирования к кеку было добавлено 5% древесных опилок, которые выполняли роль компонента, отнимающего влагу от кека. На первом этапе исследования была определена потеря массы при брикетировании смеси кека и древесных опилок. Прессование производилось с использованием гидравлического пресса «СОРОКИН 7.11» с силой сжатия 2 т., что эквивалентно давлению 12,2 МПа. Методика эксперимента заключалась во взвешивании начальной массы смеси кека и опилок для брикетирования и готового брикета. На рисунке 1 представлены потери массы для 35 экспериментов по брикетированию смеси. Отметим, что при брикетировании кека без добавления древесных опилок потеря массы составляла 100% (весь кек вытекал через зазоры прессовальной формы).

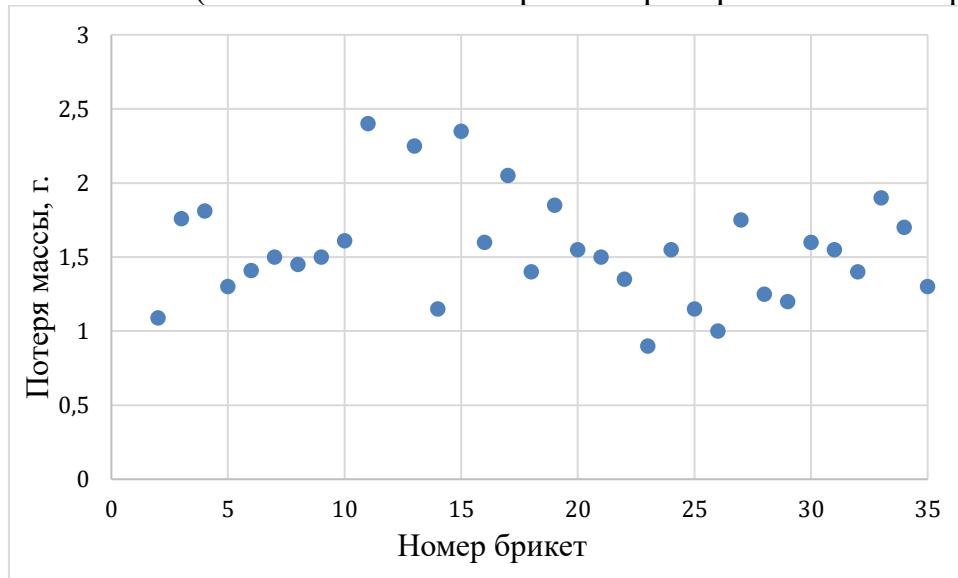


Рисунок 1. Потеря массы во время брикетирования.

Значения потери массы во время брикетирования демонстрирует, что в среднем брикет теряет порядка 1,55 грамма, что эквивалентно 13,5% потерянной массы влаги от исходной массы композита. Тем самым установлено что, добавление древесины в качестве компонента, отнимающего влагу от кека позволяет исключить вытекание кека в момент прессования, тем самым через отверстия при сжатии вытекает только вода.

Вторым этапом представленного исследования являлось определение параметров сушки брикетов. Экспериментальные исследования по потери массы во время сушки проводились с тремя образцами при трех разных условиях: сушка на воздухе при комнатных условиях, в сушильном шкафу при 95°C и 105°C. По результатам эксперимента были составлены графики сушки, представленные на рисунках 2 – 4.

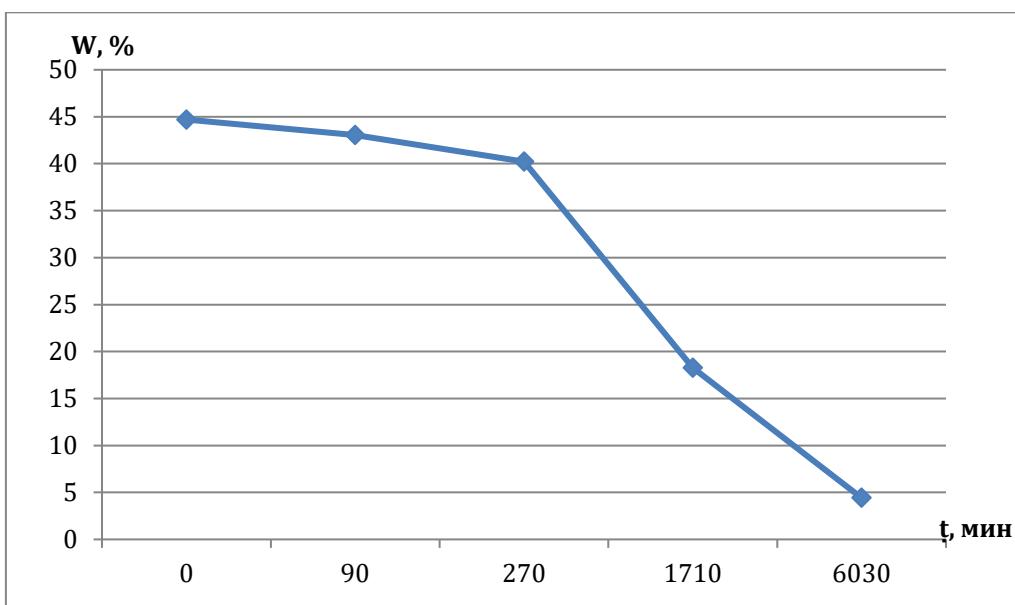


Рисунок 2. Изменение влажности брикетов при сушке на воздухе.

График сушки производимый на воздухе при комнатных условиях показывает, что полное высыхание брикета достигается по истечению 6030 минут (100,5 часов). Такой продолжительный процесс требует больших площадей для сушки изготавливаемых брикетов или использования сушильных агентов для сушки.

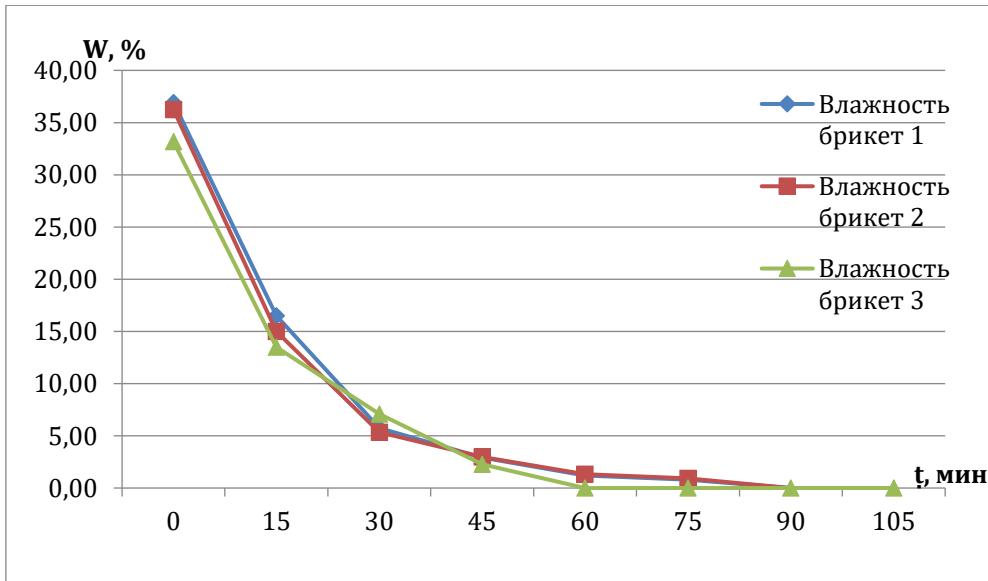


Рисунок 3. Сушка при 95°C в сушильном шкафу.

График сушки при 95°C демонстрирует значительное сокращение времени полного высыхания брикета – до 60-75 минут.

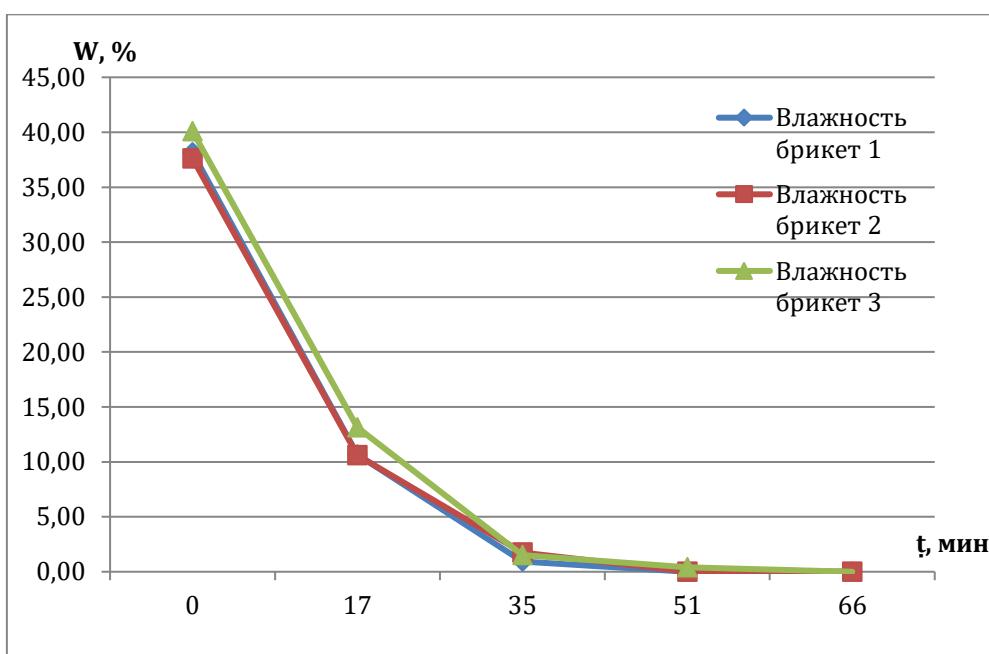


Рисунок 4. Сушка при 105°C в сушильном шкафу.

График сушки при 105°C показывает ещё большее сокращение времени сушки, при котором полное высыхания брикета наступает по истечению 51 минуты.

Проведенное исследование позволило определить временные условия сушки топливных брикетов, изготовленных из отходов углеобогатительных фабрик на воздухе и при сушке с использованием сушильного агента. Если имеются площади для складирования брикетов для сушки может быть использована сушка на воздухе, в ином случае приоритетней использовать сушильный агент. Рекомендованной температурой для сушки можно считать 95-105°C, что обеспечивает быстрое удаление влаги при минимальном воздействии на структуру брикета. Также в исследовании показано, что процесс брикетирования кека с добавлением древесных опилок сопровождается незначительными потерями массы.

Список литературы

1. Процесс развития технологий обогащения угля в России и за рубежом / С. А. Прокопьев, О. Л. Алексеева, Д. Ю. Савон и др // Уголь. 2023. №11. С. 96-101. DOI: 10/18796/0041-5790-2023-11-96-101.
2. Клейн М. С., Вахонина Т. Е., Технология обогащения углей : учеб. пособие. Кемерово : КузГТУ, 2011. 127 с.
3. Tianli Z., Chenxu Z., Hai R., Zhong H., Jun F, Na L., Rui L., Yulong W., Co-pyrolysis of coal-derived sludge and low-rank coal: Thermal behaviour and char yield prediction. *Fuel Processing Technology* 267(2024) 108165. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2024.108165>
4. Ермаков А.Ю., Гришин В.Ю., Бородкин П.С. Концепция модернизации угольных обогатительных фабрик // Уголь. 2022. № 8. С. 122-129. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-8-122-129.

5. Ефимов В.И., Никулин И.Б., Изготовление брикетов из угольных шламов обогатительных фабрик // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2012. [Электронный ресурс] URL:
<https://cyberleninka.ru/article/n/izgotovlenie-briketov-iz-ugolnyh-shlamov-obogatitelnyh-fabrik>