

**УДК 658.567.1**

Злобина Елена Сергеевна, магистрант первого года обучения  
(КузГТУ, г. Кемерово)  
Zlobina Helen, Master's first year  
(KuzSTU, Kemerovo)

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БРИКЕТИРОВАННОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ**

**PROSPECTS OF PRODUCING A FUEL ON THE BASIS OF FINE WASTE COAL**

Аннотация

Альтернативный способ переработки тонкодисперсных угольных шламов и низкосортных углей - метод масляной агломерации. Он позволяет решить проблему накопления промышленных отходов, улучшить экологическую обстановку в городах и регионах, использовать низкокачественное сырьё и получать из него продукт, который в дальнейшем может использоваться в коксохимической и энергетической промышленности.

В статье приведены результаты обогащения тонкодисперсного углеродсодержащего сырья (угольных шламов, коксовой пыли и пиролитического углерода) по методу масляной агломерации. Приведено сравнение углемасляного концентрата с шихтой для коксования, представлены характеристики топливных брикетов, полученных прессованием концентрата.

Annotation

An alternative method for processing fine coal slurries and low-grade coal - oil agglomeration method. It make it possible-one to solve the problem of accumulation of industrial waste, improve the ecological situation in the cities and regions that use raw materials, and receive from it a product that can then be used in the coke-chemical and industrial energy industry.

The results of beneficiation of finely divided carbon-containing raw materials (coal slurry, coke dust and carbon from tire recycling) by the method of oil agglomeration. Comparison shows of coal-oil concentrate for coking, appeared characteristics of fuel briquettes produced concentrate compression.

Ввиду ограниченности природных угольных запасов, сложных условий их добычи, не всегда удовлетворительного качества продукции в современном мире активно ведётся поиск альтернативных углю источников тепла и энергии. Не исключён вариант производства альтернативного топ-

лива из отходов, которые при обогащении свежедобытой продукции образуются в большом количестве.

Например, известен способ обогащения угольных шламов методом масляной агломерации. Под действием гравитационных сил происходит разделение частиц по плотности/крупности. Обогащение происходит в водной среде, что способствует разделению частицы шлама на гидрофильную часть (минеральная) и гидрофобную (органическая). За счёт добавления реагента-связующего происходит скрепление, укрупнение гидрофобных частиц, которые и являются углемасляным концентратом [1-3]. Связующий реагент, применяемый при данном способе обогащения, во многом определяет дороговизну процесса. Это может быть дизельное топливо, топочный мазут, отработанное машинное масло, термогазойль, и т.д.

В табл. 1 представлен технический анализ углеродсодержащих отходов, а в табл. 2 – технический анализ концентратов, полученных путём обогащения данных образцов по методу масляной агломерации. Характеристика «хвостов» обогащения приведена в табл. 3.

Таблица 1

Технический анализ углеродсодержащих отходов

Наименование	$A^d$ , мас. %	$W^a$ , мас. %	$V_t^{daf}$ , мас. %	$S_t^d$ , % мас.	$Q_s^r$ , ккал/кг
Коксовая пыль	16,66	1,74	3,5	0,44	7350-7500
Угольный шлам	45,6	1,2	24,1	0,55	6250-6500
Пиролитический углерод	15,8	1,2	8-12	3,5	6400-6700

Таблица 2

Технический анализ углемасляных концентратов

Наименование	$A^d$ , мас. %	$W^a$ , мас. %	$V_t^{daf}$ , мас. %	$S_t^d$ , % мас.	$Q_s^r$ , ккал/кг
Концентрат 1 (коксовая пыль)	4,5	4,5	1,5	0,3	7550-7700
Концентрат 2 (угольный шлам)	5,8	2,0	24,4	0,3	6550-6750
Концентрат 3 (пиролитический углерод)	4,0-5,5	8,5	8,0-12,0	0,55	6500-6600

Таблица 3

Технический анализ «хвостов» обогащения углеродсодержащих отходов

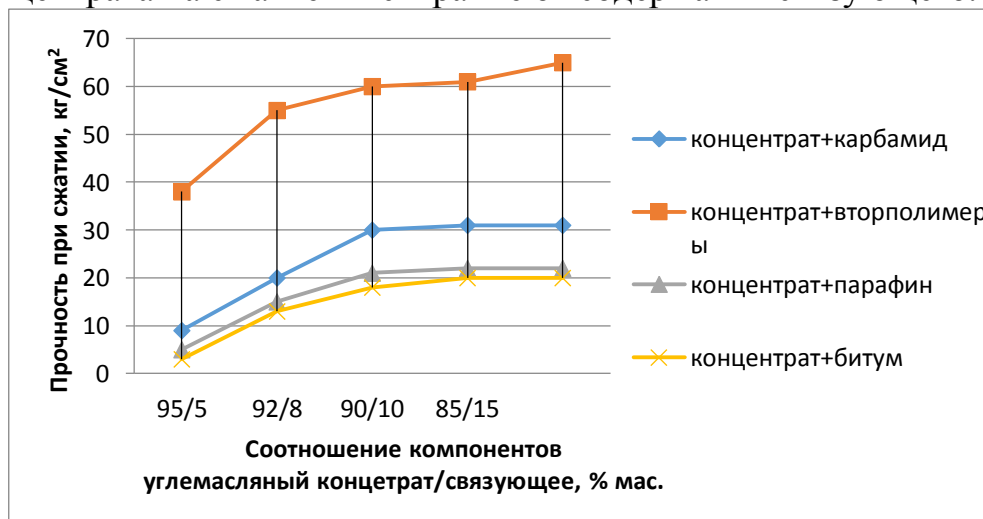
Наименование	$W^a$ , мас. %	$A^d$ , мас. %	$V_t^{daf}$ , мас. %
Остаток после обогащения коксовой пыли	4,5	80,2	1,0
Остаток после обогащения угольного шлама	3,6	76,3	18,5
Остаток после обогащения пиролитического углерода	3,2	78,0	6-8

Из табл. 1 и 2 следует, что в процессе обогащения значительно снижается зольность и сернистость. Увеличение влажности связано с тем, что процесс обогащения происходит в воде.

Полученные концентраты могут использоваться как основа для получения жидкого или твёрдого (брикетированного) топлива, а также как высококалорийная низкозольная добавка к углю. Не исключено сочетание концентрата с шихтой для коксования, так как их характеристики идентичны [4,5].

По теплотворной способности углемасляный концентрат не уступает сортовому углю: уголь – 6200-6700 ккал/кг, концентрат – 6550-6750, а иногда и до 9000 ккал/кг. Это зависит от марки обогащаемого шлама.

Брикетирование углемасляного концентрата позволит получить более удобную для транспортировки и использования форму. В ходе эксперимента брикетирование осуществлялось с помощью штемпельного пресса, давление прессования до 15 атм [6]. Добавление до 10 % связующего (воск, втор полимеры, битум, карбамид) в состав брикетируемой смеси повышает механическую прочность полученного изделия [2, 4]. На рисунке представлены диаграммы зависимости прочности брикета из углемасляного концентрата на сжатие и истирание от содержания связующего.



*Рис. Зависимость прочности брикета при сжатии от вида  
и количества связующего*

Анализируя диаграммы, можно сделать вывод, что при брикетировании добавление к углемасляному концентрату связующего в количестве 8,0-10,0 % является наиболее оптимальным. В этом случае наблюдается максимальная прочность брикетов. Полимеры обеспечивают наибольшую прочность брикетов, а битумы-наименьшую. Ввиду практических соображений (цена и подготовка связующего к использованию) и опасности для окружающей среды, предпочтение отдаётся карбамиду, так это связующее безвредно для окружающей среды и при сжигании брикетов с карбамидом в атмосферу не выделяется опасных газов и вредных веществ.

Брикетированное топливо является бездымным, за счёт плотной упаковки частиц полностью сгорает в печи. За счёт тонкодисперсности углемасляного концентрата на этапе приготовления сырья к брикетированию исключается стадия предварительного дробления, а сразу происходит смешивание концентрата со связующим.

В табл. 3 приведены параметры полученных на основе углемасляного концентрата брикетов (усреднённые значения), а также данные испытания на прочность.

Таблица 3

Технические характеристики брикетированного концентрата

Образец брикета	Физические испытания			Топливные характеристики		
	сжатие, кг/см <sup>2</sup>	истирание, % содержание кусков размером >25 мм	сбрасывание % содержание кусков размером >25 мм	A <sup>d</sup> , % мас.	Q <sub>s</sub> <sup>r</sup> , ккал/к Г	S <sup>d</sup> <sub>t</sub> , % мас.
Углемасляной концентрат плюс карбамид	50-60	42-54	45-62	7,0-7,2	6550-7600	0,2-0,3

При добавлении связующего прочность брикета повышается, а также незначительно возрастает теплотворная способность.

Полученные результаты доказывают возможность использования полученных брикетов как в быту, так и на производстве, в качестве добавки к сортовому углю.

Преимущества применения разрабатываемой технологии для переработки угольных шламов:

- улучшение экологической обстановки в регионе (в том числе, за счёт сокращения или даже полной ликвидации угольных отходов в виде тонкодисперсных частиц);
- более полное и комплексное использование сырья и материалов, в том числе вторичное;
- расширение сырьевой базы производства;
- усиление конкурентных позиций отечественных науки и бизнеса;
- создание принципиально новой продукции.

Исследования поддержаны грантом программы У.М.Н.И.К.-2014. Договор № 3821ГУ1/2014 от 30.10.2014

Исследования выполнены в рамках государственного задания № 10.782.2014/К

#### Список литературы:

1. Папин А.В. Переработка угольных шламов в сырьё для когенерационных устройств / А.В. Папин, А.В. Неведров // Ползуновский вестник - 2013. - № 1. – С. 48-50.
2. Разработка технологии утилизации кокосовой пыли коксохимических производств в виде брикетов повышенной прочности / В.С. Солодов, А.В. Папин А.В., А.Ю. Игнатова, Т. Г. Черкасова, В.И. Косинцев, А.И. Сечин, Е.А. Макаревич, А.В. Неведров / Ползуновский вестник. – № 4-2. – 2011. – 159-164.
3. Злобина Е.С. Обогащение твёрдых углеводородных отходов методом масляной агломерации / Злобина Е.С., Папин А.В., А.Ю. Игнатова // Math Designer – 2016. - №1. – С.18-21.
4. Попов В.С. Анализ возможности получения брикетированного топлива из отходов пиролиза автошин с использованием связующего – вторичного полимера / В.С. Попов, А.В. Папин, А.Ю. Игнатова // Вестник КузГТУ. - 2016. - №1. - С. 172-178.
5. Торопова Н.В. Переработка тонкодисперсных углеродсодержащих отходов в товарные продукты / Н.В. Торопова, А.Ю. Игнатова, А.В. Папин // Сборник лучших статей VIII Всероссийской, 61 научно-практической конференции молодых учёных – 2016.
6. Папин А.В. Получение топливных брикетов из тонкодисперсных отходов угледобычи и углепереработки / А.В. Папин, А.Ю. Игнатова, А.В. Неведров, Т.Г. Черкасова // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2015. – № 5. – С. 43-49.