

УДК 622.648.24

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ УГОЛЬНОГО ШЛАМА В УГОЛЬНЫЙ КОНЦЕНТРАТ ДЛЯ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Е. В. Мурко, А. В. Папин, А. В. Неведров
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева

Представлены результаты технического анализа исходных угольных шламов. Угольный шлак подвергался обогащению методом масляной агломерации. Полученный угольный концентрат подвергался анализу на соответствие требованиям к сырью для коксохимических производств.

В Кузбассе на протяжении последних нескольких лет увеличивается добыча каменных углей. Вместе с ростом добычи ежегодно увеличивается количество угля, подвергаемого обогащению. В связи с этим, значительно увеличивается количество угольных шламов в гидроотвалах, что приводит к загрязнению окружающей среды.

С другой стороны, с каждым годом сокращаются запасы коксующихся углей, что в скором времени может привести к дефициту сырья для коксохимических производств. Для решения данной проблемы были проведены исследования, по выявлению возможности переработки угольных шламов в сырье, приемлемое для коксования. Исследования проводились на угольных шламах углей марок Г и К, показатели технического анализа твердой фазы которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели технического анализа твердой фазы исходных угольных
шламов

Наименование показателя	Шлам угля марки К	Шлам угля марки Г
Влага аналитическая, W^a , %	1,44	1,35
Зольность, A^d , %	34,5	38,0
Высшая теплота сгорания, Q_6^t , кДж/кг	35500	34250
Выход летучих веществ, V_t^{daf} , %	27,85	40,85

Изначально угольные шламы представляли собой водные суспензии с концентрацией твердой фазы приблизительно 100-150 г/л. Поэтому первоначальным этапом подготовки (перед обогащением) угольных шламов к использованию в технологии коксования является их сгущение [1].

Сгущение производилось на экспериментальном сгустителе. Исходный угольный шлак с размером частиц (0-1000 мкм) поступал в приемную емкость, оснащенную спиралевидной мешалкой, где происходило перемешивание шлама. Крупного размера частицы (0-1000 мкм) быстро

осаждались под воздействием центробежной силы, и при этом быстром осаждении захватывали частицы среднего и мелкого размера (0-125 мкм). Таким образом, в нижней части отстойника происходило интенсивное сгущение шлама. Отделенная вода выводилась через отвод расположенный в верхней части емкости и направлялась на подготовку к дальнейшему использованию в качестве технической воды.

В течение 1–2 мин. происходило интенсивное смешивание угля и воды при помощи стандартной мешалки турбинного типа, соединенной с двигателем. Во избежание образования «воронки», снижающей интенсивность перемешивания, в ёмкости были установлены специальные преградители. Затем в емкость добавлялся связующий реагент в количестве 30 мл и все ее содержимое перемешивалось еще в течение 5–8 мин. Регулирование интенсивности процесса перемешивания осуществлялось при помощи пульта управления [2].

Важнейшим вопросом при обогащении угольных шламов методом масляной агломерации является выбор связующего реагента, во многом определяющего себестоимость и эффективность процесса. В качестве связующего возможно использование топочного мазута, термогазойля, химических продуктов улавливания коксохимического производства (поглотительное и антраценовое масла, полимеры бензольного отделения, кислая смолка), дизельное топливо, машинные масла и т.д.

С целью определения наиболее эффективного реагента были проведены предварительные эксперименты обогащения угольных шламов отработанным эксгаустерным маслом, топочным мазутом, газойлем. Полученные в результате обогащения угольные концентраты подвергались техническому анализу. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты технического анализа концентратов угольного шлама марки К и Г при использовании различных связующих реагентов

Название реагента	A^d , %	W^a , %	V^{daf} , %	Q_s^r , ккал/кг
Отработанное эксгаустерное масло	5,4-9,0	8,5-10,5	25-28	8150-8600
Топочный мазут	5,0-6,0	16,7-18,5	38,0-42,0	8200-8500
Газойль	6,5-7,5	16,2-18,0	35,5-37,5	7900-8050

Из данных, представленных в табл. 2, видно, что наиболее приемлемым связующим реагентом из использованных в ходе экспериментов (по показаниям содержания зольности и теплоты сгорания), является отработанное машинное масло с эксгаустеров коксохимических производств. Повышение теплоты сгорания объясняется тем, что реагент, присутствующий в угольном концентрате способствует повышению значений его теплоты сгорания.

Отработанное машинное масло с эксгаустеров машинного зала коксохимических производств относится к группе «Нефтепродукты отработанные» – ГОСТ-2104686 МИО (отработанные индустриальные масла, рабочие жидкости для гидросистем, газотурбинные, приборные, трансформаторные, турбинные масла).

Исходя из изложенных выше преимуществ, в дальнейшем все экспериментальные исследования по обогащению угольных шламов методом масляной агломерации проводились с использованием в качестве связующего реагента отработанного машинное масло с эксгаустеров машинного зала коксохимических производств.

Данные экспериментов обогащения угольных шламов методом масляной агломерации приведены в табл. 3.

Таблица 3

Данные экспериментов обогащения

Наименование продукта	Зольность (A ^d), мас.%		Выход продукта, мас.%		Период опыта, мин	
	Г	К	Г	К	Г	К
Концентрат	9,0	5,4	82	84	28	24

Для коксования зольность (A^d) исходного угля согласно технологическим регламентам не должна превышать 10 мас.%. Увеличение зольности приводит к получению некачественного кокса и отрицательно влияет на технологию коксования в целом.

Из данных, приведенных в табл. 3, видно, что зольность полученных концентратов не превышает 10 мас.%. Это говорит о приемлемости полученных угольных концентратов для технологии коксования и энергетики; высокий выход продукта и более низкая зольность концентратов обусловлены полнотой разделения органической и минеральной частей угольных шламов в процессе обогащения масляной агломерации.

Весьма важным было проследить зависимости распределения зольности от среднего размера частиц исходного угля в концентрате и перераспределения общей серы через зольность в исходных угольных шламах и концентратах, т. к. она является нежелательной примесью при сжигании углей.

При обогащении угольных шламов марок К, Г и их крупности (-1,6 мм; -0,4 мм; -1,0 мм) при расходе связующего реагента (отработанного машинного масла) 15 % от массы исходного угля в процессе масляной агломерации были получены низкозольные углемасляные концентраты с выходом 82-84 мас.%.

Снижение зольности концентрата после обогащения исходного угля объясняется более глубоким разделением органической части угля от породной (благодаря разным их взаимодействием с маслом), в связи с этим уменьшается содержание высокозольных частиц.

Снижение общего содержания серы объясняется тем, что сера, содержащаяся в угле, находится в виде пирита (FeS₂), имеющего значительно

более высокую плотность по сравнению с углем, вследствие чего, в процессе масляной агломерации угля, происходит более полное отделение пиритной серы, уходящей в отходы.

Расход связующего был определен потребностью для формирования агломерированного концентрата с минимально возможной зольностью и зависел от зольности исходного угольного шлама.

Для выполнения основных исследований и возможности получения приемлемого концентрата для коксования из отходов обогащения углей коксующихся марок, был выбран угольный шлам марки К с ЦОФ «Березовская» (г. Березовский).

Требуемые качественные показатели шихты для коксования и полученного угольного концентрата отражены в табл. 4.

Таблица 4

Качественные показатели шихты и угольного концентрата

Наименование	Обозначение	Требования к показателям шихты по технологическому регламенту	Показатели обогащенного угольный концентрата угля марки К
Толщина пластического слоя, мм	У	не менее 14	14
Пластометрическая усадка, мм	Х	не менее 30	33
Выход летучих веществ, мас. %	V^{daf}	25-28	28,0
Зольность, мас. %	A^d	не более 9,2	5,4
Сера общая, мас. %	$S_{общ.}$	не более 0,5	0,25
Влага в рабочем состоянии, мас. %	W_t^r	8-10	10,5
Содержание классов 0-3 мм (помол), мас. %		не менее 74	98

Полученный концентрат из угольного шлама угля марки К, отвечающий требованиям технологических регламентов производства кокса, необходимо было исследовать на возможность применения его в технологии коксования.

Наиболее точную информацию о пригодности углемасляного концентрата в технологии коксования можно получить, приготовив из него или при помощи него прочный кокс. Безусловно, в идеале, конечно нужны промышленные испытания, однако провести их практически нереально, так как требуются большие объемы сырья и изменение режима работы коксовой батареи, что влечет нежелательные для производителей экономические затраты.

Коксование угольного концентрата осуществлялось путем применения ГОСТированной методики – технического анализа углей. Согласно методике, при определении выхода летучих веществ, образуется коксовый королек, по свойствам которого можно сделать вывод о качестве кокса.

Значения индекса свободного вспучивания и код определяли по ГОСТ 30313-95. Получившееся значение королька 1,5 – соответствующий код 1. Фактические значения параметров равны: $\Sigma OK = 15 \%$, $R_{o,r} = 1,10 \%$, $y = 14$ мм.

Расчетный индекс свободного вспучивания равен 5 единицам, показывающий, что полученный угольный концентрат пригоден для технологии коксования [3].

Для определения прочности королька применялась методика определения механической прочности гранул. Анализ осуществлялся на чашечных весах. На одну чашку помещались гранулы, на другую – гири. Надавливали на гранулу какой-либо пластиной до ее растрескивания. По показаниям стрелки весов замеряли нагрузку на гранулу и делили ее на поперечное сечение гранулы. Это являлось прочностью гранул на раздавливание в статических условиях.

Данные испытаний на прочность коксовых корольков из обогащенного угольного концентрата и его смесей согласно состава производственных и аварийных шихт на коксохимических заводах приведены в табл. 5. Угли марок Г и Ж соответствовали требованиям к углям, идущим на коксование.

Таблица 5
Данные испытания на прочность в статических условиях
КОКСОВЫХ КОРОЛЬКОВ

Наименование королька	Прочность на раздавливание в статических условиях, Н/см ²
Уголь марки К ($A^d = 10\text{мас.}\%$) для сравнения	25,0
Обогащенный угольный концентрат (ОУК)	28,0
Смесь ОУК (75мас.%) + уголь марки Ж (25 мас.%)	21,2
Смесь ОУК (50 мас.%) + уголь марки Ж (50 мас.%)	22,0
Смесь ОУК (50 мас.%) + уголь марки Г (50 мас.%)	6,8
Смесь ОУК (25 мас.%) + уголь марки Г (75 мас.%)	5,5
Смесь ОУК (50 мас.%) + уголь марки Г (25 мас.%) + уголь марки Ж (25 мас.%)	50,1
Смесь ОУК (80%мас.) + уголь марки Г (10 мас.%) + уголь марки Ж (10мас.%)	36,6

Максимальной прочностью в смеси обладал королек ОУК+Г+Ж с соотношением ОУК=50 мас.%, Г=25 мас.% и Ж=25 мас.%.

Полученные данные показывают эффективность применения угольного концентрата для процесса коксования и возможность применения масляной агломерации с целью получения ценного коксохимического сырья хорошего качества и соответственно получения качественного кокса.

Предлагаемый способ переработки угольных шламов предприятий угольной отрасли позволит достигнуть следующих результатов:

- расширить сырьевую базу для коксохимических производств и энергетики;
- значительно улучшить экологическую обстановку в угледобывающих и углеперерабатывающих регионах;
- повысить экономическую эффективность предприятий угольной отрасли.

Список литературы

1. Клейн М. С. Кинетическая модель процесса масляной агломерации // Вестник Кузбасс. гос. техн. ун-та. 2003. № 6. С.74-80.
2. Папин А. В., Жбырь Е. В., Неведров А. В., Солодов В. С. Разработка нового метода обогащения минералов на основе масляной агломерации // Химическая промышленность сегодня. 2009. № 1. С. 36-39.
3. Папин А. В., Неведров А. В., Жбырь Е. В. Расширение сырьевой базы коксохимических производств // Вестник Кузбас. гос. техн. ун-та. 2010. № 4. С. 46-50.

Сведения об авторах:

Папин Андрей Владимирович – кандидат технических наук, начальник научно-инновационного управления ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28. Россия. e-mail: papinandrey@rambler.ru

Неведров Александр Викторович – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28. Россия. e-mail: nevedrov1978@rambler.ru

Мурко (Жбырь) Елена Викторовна – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28. Россия. e-mail: elena66@mail.ru

УДК 622.648.24

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ
УГОЛЬНОГО ШЛАМА В УГОЛЬНЫЙ КОНЦЕНТРАТ ДЛЯ
КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Е.В. Мурко, А. В. Папин, А. В. Неведров

Представлены результаты технического анализа исходных угольных шламов. Угольный шлам подвергался обогащению методом масляной агломерации. Полученный угольный концентрат подвергался анализу на соответствие требованиям к сырью для коксохимических производств.

Ключевые слова: угольный шлам, угольный концентрат, масляная агломерация, кокс, обогащение.

UDC 622.648.24

The technology of processing of coal tailings in coal concentrate for coking production

S.P. Subbotin, A.V. Papin, A.V. Nevedrov, E.V. Zhbyr

The results of the technical analysis of the initial coal tailings. Coal tailings are subjected to enrichment by oil agglomeration. Of coal concentrate was analyzed for compliance with the raw material for coke production.

Keywords: coal tailings, coal concentrate, oil agglomeration, coke, enrichment.