

УДК 66:504.064.47

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ КОКСОВОЙ И УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ

Торопова Н. В., студент гр. ХТб-131, IV курс

Злобина Е.С., магистрант гр. ХТм-161, I курс

Научные руководители: Игнатова А.Ю., к.б.н., доцент, Папин А.В.,

к.т.н, доцент

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

Угледобывающие и углепотребляющие страны встретили 21 век в условиях возросших требований к защите окружающей среды и действующих в отдельных странах соответствующих законов. Таковыми, например, являются Акт о чистом воздухе в США, изданный в начале 1990-х гг.; Киотский Протокол о мерах против изменения климата и глобального потепления, ратифицированный парламентами большинства стран мира; новые стандарты на качество моторного топлива в Европе [5].

Угледобывающее производство технологически сопровождается образованием такого вида отходов как угольная пыль, которая отличается тонкодисперсностью и высокой влажностью. В данную группу отходов можно отнести и коксовую пыль, которая выделяется на УСТК при тушении и во время перегрузки на конвейерах. Значительная масса этих отходов не перерабатывается в дальнейшем, а просто складывается в отвалах, свалках, шламо- и хвостохранилищах. Но рано или поздно встает вопрос об их переработке в товарную продукцию в целях исключения потери денежных средств, вложенных в добычу топлива.

На современных коксовых заводах применяют полностью закрытые кожухами конвейерные тракты подачи угля, отсос пыли при перегрузке угля, пылеулавливание при измельчении и смешении с очисткой – выбросов до остаточного содержания пыли  $< 20 \text{ мг/м}^3$ , увлажнение поверхности штабелей связующими реагентами, а также комплекс мероприятий при эксплуатации коксовых батарей, в результате которых остаточное содержание пыли в очищенных выбросах должно быть менее 5 г/т кокса [5].

В настоящее время существуют различные методы и способы переработки коксовой и угольной пыли.

Так, в Китайском университете Горного дела и Технологии разработана технология обогащения флотацией тонких классов угля в цикломикропузырьковой колонне с комбинацией циклонной сепарации и колонной флотации, снабженной внешним генератором тонких пузырьков, эффективно осаждающихся на поверхности частиц. Технология была успешно применена для извлечения тонкого угля из отстойников при промышленных испытаниях. Эффективно извлекались частицы угля до 45 мкм. Лабораторные и пилотные

испытания продемонстрировали возможность производства суперчистого продукта с зольностью 1,5 – 1,6 % из сырья с зольностью 9,8 % [6].

К обогащению угля можно отнести и приготовление из него водоугольных и углемасляных суспензий или эмульсий как для топливного, так и для нетопливного применения.

Водоугольные суспензии получают обычно в комплексе с гидродобычей угля или при утилизации мелочи, образующейся при добыче и обогащении каменных углей. Водоугольные суспензии применяют для трубопроводного транспортирования угля к месту потребления, а углемасляные эмульсии для конверсии каменноугольной мелочи и масляных отходов в топливную эмульсию. В обоих случаях применяют специальные добавки для модификации таких свойств суспензий, как стабильность, вязкость, горючесть, диспергируемость, а также для ингибирования коррозии труб [5].

Для решения проблемы утилизации отходов необходимо разработать нетрадиционную технологию их комплексной переработки с получением ряда товарной продукции.

Целью исследований является разработка технологии получения инновационных продуктов – обогащенного концентрата на основе смеси тонкодисперсных углеродсодержащих отходов (коксовой и угольной пыли) и топливных брикетов на его основе.

В данной работе предлагаемое решение проблемы – обогащение тонкодисперсных отходов методом масляной агломерации. Данный метод позволяет отделить полезную (органическую) составляющую отходов от минеральной части с получением низкозольного высококалорийного концентрата, приемлемого для технологии коксования и энергетики.

Исследования проводились на базе лаборатории термодинамики многофазных систем Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. В качестве исходного сырья были взяты образцы коксовой и угольной пыли, являющихся производственными отходами ПАО «Кокс» (г. Кемерово). Был проведен технический анализ образцов.

Сущность метода обогащения углеродсодержащих отходов по методу масляной агломерации заключается в следующем: в водной среде смешивается сырьё (смесь коксовой и угольной пыли) и связующий реагент. При интенсивном перемешивании, постепенно увеличивая частоту вращения мешалки до 4000 оборотов в минуту, происходит турбулизация пульпы. Образуются агломераты сферической формы. Готовый концентрат обезвоживают на специальном аппарате с получением сфер различного диаметра, так как длительность обезвоживания влияет на размер сфер. В качестве связующего реагента было использовано отработанное машинное масло.

В таблице 1 представлены результаты технического анализа углеродсодержащих отходов - коксовой и угольной пыли, а в таблице 2 – углекоксового концентрата.

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	14,6	1,7	2,2	0,4	7500
Угольная пыль	23,4	1,8	20,9	0,4	6350

Таблица 2

Характеристики углекоксового концентрата

$A^d$ , мас. %	$W^a$ , мас. %	$V_t^{daf}$ , мас. %	$Q_s^r$ , ккал/кг	$S_t^d$ , мас. %
5,0	9,5	18,3	8550	0,2

Для большего удобства при транспортировке и использовании углекоксового концентрата возможно изготовление из него брикетов с добавлением связующего. В качестве связующего использовали карбамид в количестве 8-10 % к массе исходного сырья. Выбор в качестве связующего карбамида обусловлен его доступностью и невысокой стоимостью. Карбамид легко доступен вследствие больших его производств в промышленности и низкой стоимости на рынке. Расход связующего (карбамида) определяют потребностью для формирования прочного топливного брикета [2, 3, 4].

В таблице 3 приведены технические характеристики углекоксовых топливных брикетов. Механическую прочность при истирании в барабане, сжатии и сбрасывании определяли по ГОСТ 18132-72 и 21289-75.

Таблица 3

Технические характеристики углекоксовых топливных брикетов

Физические испытания			Топливные характеристики		
сжатие, кг/см <sup>2</sup>	истирание, % содержание кусков размером >25 мм	Сбрасывание, % содержание кусков размером >25 мм	$A^d$ , мас. % (зольность)	$Q_s^r$ , ккал/кг (теплота сгорания)	$S_t^d$ , мас. % (сернистость)
70	94	94	5,0	8600	0,2

Рекомендуемый состав позволяют формировать прочные брикеты с низкой себестоимостью, низкой зольностью и сернистостью из тонкодисперсных углеродсодержащих отходов. Полученные топливные брикеты могут использоваться в качестве горючего вещества для бытовых и производственных целей, при этом сжигание топливных брикетов (с добавлением карбами-

да) экологически безопасно. Так же улучшится экологическая обстановка в углеперерабатывающих регионах в виду сокращения количества неиспользуемых тонкодисперсных отходов.

### Список литературы:

1. Головин Г.С. Переработка углей – стратегическое направление повышения качества и расширения сфер их использования / Головин Г.С., Крапчин С.С. – М.: НТК «Трек», 2006. – 396 с.
2. Пат. РФ № 2468071 Способ брикетирования коксовой пыли / А.В. Папин, В.С. Солодов, А.Ю. Игнатова А.Ю. // КузГТУ. Заявл. 26.10.2011, опубл. 27.11.2012.
3. 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.
4. Popov V., Papin A., Ignatova A., Makarovskikh A. Composite fuel based on residue from type and secondary polymer pyrolysis composite fuel based on residue from type and secondary polymer pyrolysis В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 20. Сер. "XX International Scientific Symposium of Students, Postgraduates and Young Scientists on "Problems of Geology and Subsurface Development"" 2016. С. 012065.
5. Цикарев Д.А., Петрова Г.И., Бычев М.И. Переработка углей. Часть I. Зарубежный научный и промышленный опыт / В.П. Зубков. – Якутск: ЯФ Изд-во СО РАН, 2005. – 128 с.
6. Li B. et al. // Separation Science and Technol. – 2003. – V.38. - № 5. – P. 630-634.