

**УДК 622.648**

Задавина Е.С., магистрант второго года обучения, ХТм-161

Торопова Н.В., магистрант первого года обучения, ХТм-171

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

Высокое качество продукции достигается по средствам большого количества различных операций, некоторые из которых могут быть сопряжены с образованием отходов. Это требует от предприятий наличия современной техники, оборудования и ресурсов для учёта, транспортировки или переработки последних. Процесс является достаточно трудоёмким и высоко капиталлозатратным. Однако, без него в условиях современной экономики и тенденций развития производства обойтись не представляется возможным.

Так, например, в 2017 году под эгидой «Года Экологии в России» планируется провести ряд мероприятий. Например: по снижению вредных выбросов в окружающую среду (свыше 70 тыс. тонн в год), провести рекультивацию более 20 полигонов ТБО, по внедрению раздельного сбора мусора. На год запланировано проведение 64 природоохранных мероприятия в 22 субъектах РФ. Проведение таких мероприятий, естественно, занимает лидирующие позиции, на ряду с внедрением наилучший доступных безопасных технологии и проектов по переработке отходов [1].

Проводить какие – либо мероприятия, связанные с природоохранной деятельностью, не каждому предприятию оказывается по силам. По объёмам финансирования данных проектов первое место занимают внебюджетные средства (191 млрд. руб.), далее следует федеральный бюджет (145 млрд. руб.) и завершают список региональные бюджетные средства (11 млрд. руб.). Общий объём финансирования в 2017 году составляет 238 млрд. руб. Из этой суммы большую часть планируется вложить в защиту и поддержание особо охраняемых природных территорий и животный мир (27,4 %), воду (20,8 %), переход на наилучшие достойные технологии (19,3%). [1].

Ввиду всего вышеизложенного можно сделать вывод, что состояние окружающей среды, выбросы в атмосферу дымовых и отравляющих вредных газов, сбросы в водоёмы сточных вод бесследно не проходят и предприятия будут искать способы снижения техногенной нагрузки на окружающую среду. Иначе, плата за негативное воздействие, складирование отходов и отравление водоёмов и рек может со временем сделать производство просто нерентабельным.

Отходы угольной отрасли наносят значительный непоправимый урон окружающей среде. Воздух и Водоёмы загрязнены мелкими частицами пыли и минеральными примесями, которые уносятся ветром и дождевой водой с хранилищ и полигонов тонкодисперсных угольных отходов. Возникает дисбаланс

в экосистемах, естественные круговороты в природе нарушаются. Животные, лишившись привычной среды обитания, от вибрационного и шумового загрязнения животные вынуждены мигрировать и искать новые пригодные для жизни места или погибнуть.

Возможность экономии ресурсов, создания нового продукта на основе отработанного сырья являются весьма привлекательными аспектами. Ввиду этого, в производственный процесс всё активнее внедряются технологии и оборудование, позволяющие сделать производство практически безотходным, высокоэффективным, не наносящим вреда окружающей среде.

Термо- и комплексная переработка отходов считаются современными и эффективным способом переработки отходов. Например, термическая переработка отработанных резинотехнических изделий (автомобильные шины, конвейерная лента и др.) пиролизом позволяет получать три вида продуктов: жидкий, твёрдый и газообразный, - каждый из которых в дальнейшем может найти своё применение.

Процесс осуществляется без предварительной обработки сырья (удаления металлического и текстильного кордов, измельчения), в отсутствии атмосферного воздуха. Ввиду этого, в пиролизных газах содержание оксидов азота, диоксида серы и оксида углерода невелико. То есть процесс выгоден не только с технологической точки зрения, но ещё и безопасен для окружающей среды, так как появление новых пиролизных установок гарантирует экологичность осуществления процесса. Продукты пиролиза резинотехнических изделий могут быть использованы в химической, коксохимической, строительной и металлургической отраслях [2-4].

Если говорить о комплексной переработке, то следует сказать о таком методе, как масляная агломерация. Метод предназначен для обогащения тонкодисперсных отходов угольной промышленности. Масляная агломерация – сложный многостадийный процесс, который состоит из двух автономных, протекающих последовательно процессов: селективной концентрации органической части исходного сырья масляной фазой и формирования из углемасляных комплексов определённых структур - агломератов сферической формы. В основе первой лежат гидрофобные и адгезионные взаимодействия аполярного реагента с угольной частицей, которые определяют полноту извлечения горючей массы отходов. Эффективность этой стадии зависит от гидрофобизирующих свойств и расхода вводимого связующего реагента, интенсивности перемешивания суспензии и длительности процесса. Последняя в свою очередь зависит от температуры, плотности и pH суспензии. Влияние водородного показателя суспензии особенно существенно при агломерации частично окисленных, тонких частиц, когда значительно возрастает роль поверхностных, в том числе электростатических, сил [5,6].

Был проведён эксперимент по обогащению методом масляной агломерации трёх образцов схожего гранулометрического состава: угольная пыль, коксовая пыль, угольный шлам и твёрдый остаток пиролиза автопокрышек. Технический анализ образцов до и после обогащения проводился по методикам

ГОСТ для каменного угля: влага аналитическая ( $W^a$ )-ГОСТ 11014-2001, зольность ( $A^d$ )-ГОСТ 11022-95, выход летучих веществ ( $V_t^{daf}$ )-ГОСТ 6382-2001, теплота сгорания ( $Q_s^r$ )-ГОСТ 147-95, общая сера ( $S_t^d$ )-ГОСТ 2059-95. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Технический анализ исходных образцов

Показатель, мас %	Наименование образца			
	Угольная пыль	Коксовая пыль	Угольный шлам	Твёрдый остаток
$W^a$	1,92	1,86	4,75	1,23
$A^d$	21,35	15,21	39,49	15,32
$V_t^{daf}$	4,83	3,2	38,45	9,7
$S_t^d$	0,44	0,37	0,1	3,3
$Q_s^r$ , ккал/кг	6350-6470	7290-7440	6150-6230	6370-6420

После обогащения по методу масляной агломерации с применением в качестве связующего реагента отработанного машинного масла был проведён повторной технический анализ, только теперь уже углемасляного концентрата. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технический анализ концентратов

Показатель, мас %	Наименование образца			
	Угольная пыль	Коксовая пыль	Угольный шлам	Твёрдый остаток
$W^a$	3,15	2,69	3,11	6,89
$A^d$	5,63	5,74	10,2	6,47
$V_t^{daf}$	4,73	3,2	37,12	9,5
$S_t^d$	0,3	0,31	0,1	2,9
$Q_s^r$ , ккал/кг	6620-6640	7400-7430	6340-6350	6540-6670

Полученные концентраты могут использоваться как основа для получения твёрдого (брикетированного) топлива [7], а также как высококалорийная низзолельная добавка к углю. По теплотворной способности углемасляный концентрат не уступает сортовому углю: концентрат – 6820-6870, а иногда и до 8430 ккал/кг, уголь – 6220-6660 ккал/кг. Эти цифры могут варьироваться в зависимости от сырьевой базы обогащаемого сырья, исходного содержания в нём углерода. Не исключено сочетание концентрата с шихтой для коксования, так как их характеристики идентичны [7,8].

### Список литературы

1. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. 2017 ГОД ЭКОЛОГИИ В РОССИИ. «Год экологии в цифрах и фактах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа на 07.10.17 - <http://ecoyear.ru/numbers-and-facts/>.

2. Валуева, А. В. Перспективы переработки автомобильных покрышек в Кузбассе // Сборник научных трудов SWORLD. – 2012. – Т. 7. – № 1. – С. 19-20.

3. Останин, О. А. Проблемы переработки отработанных шин в России / О.А. Останин, Е.В. Останина // Материалы X Международной научно-практической конференции «Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах» г. Кемерово, 28-30 ноября 2013 г. Изд-во: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. – Кемерово, 2013. – С. 289-292.

4. Макаревич Е.А. [Разработка процессов подготовки и обогащения твердого углеродсодержащего остатка пиролиза автошин](#) / А.В. Папин, Т.Г. Черкасова, Игнатова А.Ю., А.В. Неведров // Вестник КузГТУ. - 2017. - №2. - С. 153-160.

5. Папин А.В. Разработка нового метода обогащения минералов на основе масляной агломерации/ Жбырь Е.В., Неведров А.В., Солодов В.С. // Химическая промышленность сегодня. 2009. №1. С. 36-39.

6. Папин А. В. Переработка угольных шламов в сырьё для когенерационных устройств / А.В. Папин, А.В. Неведров // Ползуновский вестник. – 2013. – № 1 – С. 48-50.

7. 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.

8. Папин А.В. [Расширение сырьевой базы коксохимических производств](#) / А.В. Папин, А.В. Неведров, Е.В. Жбырь // Вестник КузГТУ. - 2010. - №4. - С. 136-137.