

ВОЗМОЖНОСТЬ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПБО НА КОКСОХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДАХ УКРАИНЫ

**Парфенюк А.С., Кутняшенко А.И., Тасиц Д.И., Веретельник С.П.,
Костина Е.Д.**

Донецкий национальный технический университет

Для решения проблемы твердых бытовых отходов (ТБО) в мире последние 30-40 лет предложено множество технологий их переработки с получением полезной продукции, энергоносителей или энергии.

Наиболее распространенными и внедренными в мире являются термические методы, среди которых сжигание пока занимает лидирующее положение. Однако с точки зрения максимального использования энергохимического потенциала твердых отходов, обеспечения экологичности и высокой производительности, оптимальным является управляемый термолиз, позволяющий не только обезвреживать отходы, но и получать энергетическое топливо, химическое сырье и строительные материалы.

Донецким национальным техническим университетом (ДонНТУ) разработана технология комплексной переработки смесей твердых углеродистых промбытотходов (ПБО) методом термолиза в наклонных термолизных печах (НТП) с получением твердого термолизного топлива (ТТТ), полыхных химических продуктов и энергии - метод термолизно-энергетической рекуперации отходов - ТЭРО. Концептуальные основы метода ТЭРО ранее изложены в работах [1,2]. Кратко об основных положениях метода:

1. ТБО подготавливают и смешивают в заданных пропорциях с твердыми промтоходами, в основном, со шламами углеобогащения и фусами коксохимического производства;

2. В наклонных термолизных агрегатах, объединенных в батарею непрерывно происходит процесс уплотнения, проталкивания смеси и ее термолиз.

3. Летучие продукты термолиза отводятся на улавливание, где извлекаются ценные химические компоненты, а обратный газ очищают и направляют на обогрев.

4. Получаемое твердое термолизное топливо поступает в примыкающий к печам котлоагрегат и сжигается в кипящем слое с утилизацией теплоты сгорания. Зола от сжигания используется в производстве строительных материалов.

Сложность переработки любых смесей ПБО связана с непостоянством их свойств, а именно широким диапазоном изменений морфологического, фракционного состава, влажности, плотности, содержания органического вещества, теплопроводности и т.д. Эффективность переработки и качество получаемых продуктов существенно зависят от стабильности исходного сырья, поэтому важной стадией является предварительная подготовка перерабатываемой смеси.

В отличие от известных технологий, имеющих цель максимального разделения компонентов ТБО для их переработки наиболее подходящими процессами, предложен процесс управления свойствами смесей ПБО перед их совместной термической переработкой. Такой процесс создания из разных по свойствам исходных ПБО сложных, многокомпонентных, гетерогенных смесей с заданными, направленными свойствами назван компаундированием. Он включает усреднение, приготовление смеси заданного состава с добавлением при необходимости связующего и оптимальную обработку давлением.

Возможность управления позволяет повысить техногенную безопасность термической переработки уже на стадии анализа состава и приготовления смеси. Известно, что при термической переработке отходов образуются различные токсичные соединения, среди которых наиболее опасны вещества группы диоксина. Основные способы борьбы с ними сводятся к усовершенствованию печи и очистного оборудования, но не уменьшают их образования. В процессе же компаундирования еще до термообработки выделяют основные вещества, приводящие к образованию этих токсикантов и возможно добавлять соединения, уменьшающие образование при термолизе.

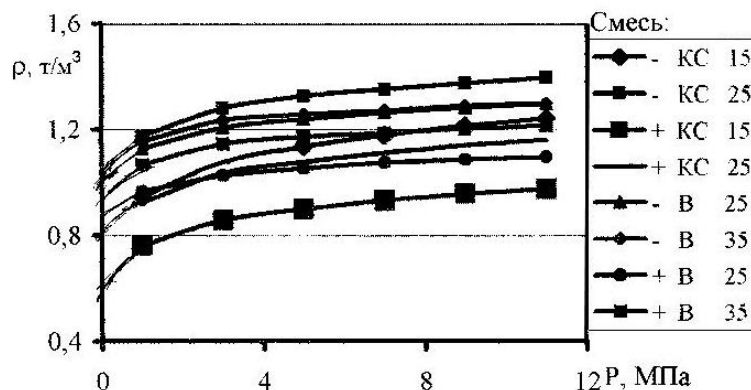
По вопросу свойств многокомпонентных смесей ПБО имеются только незначительные данные [3,4], а создание процесса управления и их стабилизации требует знания закономерностей изменения этих свойств под действием таких управляющих факторов, как состав, давление уплотнения, влажность, плотность и др. Для обоснования и разработки процесса компаундирования были проведены исследования свойств компаунд-смесей и полученного из них ТТТ.

Исходная насыпная плотность ТБО имеет малые значения (менее 500 кг/м³), что не позволяет эффективно и экономично проводить процесс термолизной переработки и требует уплотнения такого сырья. Уплотняемости смесей ТБО способствует добавка связующих в определенных количествах и подогрев перед прессованием и препятствует некоторым компонентам ТБО, обладающим значительными упругими свойствами и содержащими большие объемы газовой фазы, которая может быть частично уменьшена при измельчении ТБО. При этом насыпная

плотность повышается до 600 – 1000 кг/м³ в зависимости в основном от степени измельчения и влажности.

Исходные пробы для использования содержали измельченные до крупности 10-12 мм ТБО базового состава на сухую массу, %: 56 – пищевых отходов, 22 – макулатуры, 12 – дерева, 5 – полимерных материалов, 2 – текстиля и 3 – прочих материалов и усредненный шлам углеобогатительной фабрики Авдеевского коксохимического завода. В качестве связующего добавлена кислая смолка сульфатного отделения. Для уменьшения вязкости ее перед добавкой к смеси нагревали до температуры 80 °С.

Из смесей с различным содержанием смолки и воды изготавливали брикеты в винтовом прессе при давлении 10 МПа. По результатам эксперимента получены компрессионные кривые (рис.1), характеризующие способность материала изменять плотность при изменении накладываемого на него давления [5].



+/- - наличие/отсутствие пластмассы и ПЭТ-тары в смеси
 КС или В 15 – соответственно кислая смолка или вода и их
 содержание в смеси

Рисунок 1 – Компрессионные кривые для компаунд-смесей различных составов

Наличие в смеси частиц полиэтилена и ПЭТ-тары, обладающих значительными упругими свойствами, снижает конечную плотность брикетов на 7-20%, по сравнению со смесями, где такие частицы заменены по массе бумагой и пищевыми отходами. Увеличение же количества воды в смеси до 35% неэффективно вследствие малого прироста плотности и большого количества выделяющейся жидкости при прессовании. При увеличении количества кислой смолки более 10% конечная плотность брикетов при уплотнении возрастает незначительно, хотя прочность на раскалывание растет, а энергоёмкость уплотнения снижается: при равной

плотности брикетов и меньших энергозатратах на процесс уплотнения можно получить более прочные брикеты.

Нагрев смесей перед прессованием до 80 °С увеличивает плотность брикетов на 6-7% и уменьшает коэффициент упругого расширения. Это объясняется размягчением смеси шлама с кислой смолкой при повышении температуры и поверхностно-активными свойствами последней. Нагрев до температуры выше 100 °С нежелателен из-за высыхания смеси.

Компрессионные и прочностные испытания показали также, что компаунд-смеси являются квазиизотропными материалами (изотропными при некоторых условиях) и имеют значительные коэффициенты анизотропии. Уже при малых давлениях уплотнения (4-7 МПа) образуется явно выраженная слоистая структура смеси отходов: плоские слои ТБО соединяются прослойками мелких частиц шлама. Вследствие этого прочность брикета в поперечном направлении будет понижена, по сравнению с продольным.

Коэффициенты упругого расширения ($K_y=1.1\div 1.2$) многокомпонентных смесей неоднородных по физико-механическим свойствам материалов не позволяют получать брикеты необходимой, постоянной плотности и прочности за одну стадию прессования. В связи с этим изучены процессы многократного уплотнения компаунд-смесей. Смеси прессовали до давления 10 МПа, затем нагрузка снималась и полученные брикеты прессовали также до этого давления. При нескольких прессованиях наблюдали ряд эффектов: увеличение конечной плотности и прочности, уменьшение коэффициентов упругого расширения и бокового давления и энергоемкости уплотнения (на 50-60%), возрастание времени релаксации внутренних напряжений (от 0.5 до 1-3 МПа). На рисунке 2 показаны компрессионные кривые при двухстадийном прессовании смесей. Полученные результаты показывают необходимость 2-3 стадий уплотнения компаунд-смесей.

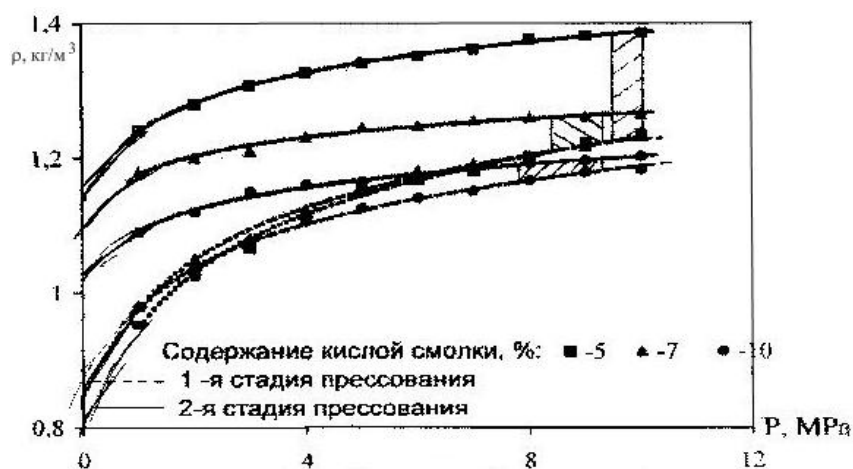


Рисунок 2 – Компрессионные кривые при двухстадийном прессовании компаунд-смесей

Результаты технического анализа исследованных смесей, а также определенные теплоты сгорания этих компаунд-смесей показывают, что они обладают высокой зольностью (35÷39%), большим выходом летучих (33÷48%) и сравнительно низкой сернистостью (1,7÷2,3%) при достаточно высокой теплоте сгорания (18,4÷18,5 МДж/кг) [6].

Твердое термолизное топливо получено методом контейнерного термолиза компаунд-смесей в действующей коксовой смеси в действующей коксовой печи при температуре 1050 °С и периоде коксования 27 часов. Исходные смеси имели 10-% влажность и брикетировались при различных давлениях в диапазоне 5÷12 МПа. В результате исследований были установлены характеристики полученного ТТТ [6,7]. Топливо имеет высокую зольность (46÷50%), небольшой, практически постоянный для разных смесей, выход летучих (2.3÷2.4%). Содержание серы в ТТТ невелико (0.7÷1.0%) и немного возрастает с увеличением содержания кислой смолки в исходной компаунд-смеси.

Определены прочностные и плотностные свойства ТТТ [6]. Плотность топлива из различных компаунд-смесей составила 550-850 кг/м³, предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}=0.5\div0.65$ МПа и на растяжение $\sigma_{р}=0.05\div0.3$ МПа. Нужно отметить, что давление уплотнения компаунд-смесей до 7÷8 МПа не оказывало существенного влияния на прочность ТТТ, при давлениях более 8 МПа наблюдается значительное (в 6 раз) увеличение прочности на растяжение и небольшое увеличение прочности на сжатие, что говорит о возрастании пластичности материала и уменьшении его хрупкости. Уплотнение таких смесей желательно проводить при давлении более 10 МПа.

Энергетическая ценность ТТТ составила 16.2÷16.5 МДж/кг. С учетом того, что по технологии теплота нагретого ТТТ утилизируется, общая энергетическая ценность составляет 17.5 МДж/кг. Это является вполне приемлемым для энергетического топлива. Утилизация такого высокозольного топлива может быть эффективно проведена в котлоагрегатах с кипящим слоем [8].

Список литературы:

1. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Кутняшенко И.В., Топоров А.А., Мельниченко А.Г. Проблема создания промышленных агрегатов для переработки твердых углеродистых отходов. Возможности ее решения // Кокс и химия 1999. - № 3. – С. 40-44.
2. Парфенюк А.С., Антонюк С.И., Топоров А.А., Альтернативное решение проблемы твердых отходов в Украине // Экотехнологии и ресурсосбережение. - № 4, 2002 г., с.36-41.

3. Шубов Л.Я., Ройзман В.Я., Дуденков С.В. Обогащение твердых бытовых отходов. – М.: Недра, 1987, - 238 с.
4. Обезвреживание, переработка и использование твердых бытовых отходов. Научные труды Академии коммунального хозяйства им. К.Д.Панфилова / Вып. 119, М., 1975, - 141с.
5. Генералов М.Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии: Учебное пособие для вузов. – Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2002. – 592 с.
6. Парфенюк А.С., Антонюк С.И. Получение твердого топлива из смесей углеродистых промышленных и бытовых отходов // кокс и химия. – 2001. - №5. – С. 44-47.
7. Парфенюк А.С., Антонюк С.И. Определение режима подготовки компаунд-смесей углеродистых промбытотходов к термолizu / Сборник научных трудов ДНТУ. Серия: Химия и химическая технология. Выпуск 14., Донецк, 2001. – С. 82-86.
8. Майстренко О.Ю., Мальчевский I.A. Шляхи вдосконалення технологій спалювання вугілля в котлоагрегатах // Екотехнології и ресурсосбереження. 2000. - №4. – С.3-6.

УДК 628.47: 628.56

ЗАЩИТА АППАРАТУРЫ ДЛЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ И ВЯЗКИХ СВЯЗУЮЩИХ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Парфенюк А.С., Сокур А.А., *Antonyuk S., *Heinrich S., *Salikov V.

Донецкий национальный технический университет ;

*Institute of Solids Processes Engineering and Particles Technology, Hamburg
University of Technology, Denickestr. 15, 21073 Hamburg, Germany

Качество металла во многом зависит от качества сырья используемого при его производстве. Одним из наиболее важных сырьевых материалов является угольный кокс.

Современное коксохимическое производство является сложным технологическим комплексом, который характеризуется большим количеством потребляемого сырья (угольных концентратов) и вспомогательных материалов, непрерывностью производства, разнообразием технологических процессов и аппаратов, большим ассортиментом производимой продукции, значительным количеством материальных и энергетических потоков с образованием побочных продуктов и отходов.

При подготовке угля к коксованию осуществляется большое количество технологических процессов с участием дисперсных материалов различного гранулометрического состава, в том числе мелкой угольной пыли. Угольная пыль представляет опасность для любого механического оборудования. Мелкодисперсная пыль способна подниматься потоками