

технологические системы (ППТС) непрерывного действия. Они относятся к технологическим системам высокой и сверхвысокой эффективности.

Теоретические основы создания ППТС базируются на новом научном подходе в проектировании и функционирования этих технологических систем, в котором заложены нетрадиционные принципы их создания. Это дает основание говорить о разработке нового научного направления, связанного с созданием технологических систем нового уровня - ППТС непрерывного действия, которые имеют нетрадиционные технико-экономические показатели и возможности.

На основании анализа общих принципов компоновки известных типов технологических систем разработаны новые принципы создания и функционирования технологических систем непрерывного действия, а также предложен нетрадиционный подход к решению проблемы создания и функционировании ППТС.

Разработаны конкретные варианты ППТС, обеспечивающие решение вопросов комплексной и полной автоматизации производственных процессов. Эти технологические системы существенно повышают технико-экономические показатели изготовления изделий и могут широко использоваться в различных отраслях народного хозяйства.

**Список литературы:** 1. Кошкин Л.Н. Комплексная автоматизация производственных процессов на базе роторных линий. – М.: Машиностроение, 1972. – 351 с. 2. Автоматические роторные линии / И.А. Клусов, Н.В. Волков, В.И. Золотухин и др. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с. 3. Прейс В.В. Технологические роторные машины: вчера, сегодня, завтра. – М.: Машиностроение, 1986. – 128 с. 4. Михайлов А.Н. Основы синтеза поточно-пространственных технологических систем непрерывного действия. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 379 с. 5. Михайлов А.Н. Основы теории поточно-пространственных технологических систем // Вестник машиностроения, 1991. №4. С. 58 – 60. 6. Михайлов А.Н. Поточно-пространственные технологические модули // Механизация и автоматизация производства, 1990, №1. С. 5 – 8.

## **КОМПАУНДИРОВАНИЕ СМЕСЕЙ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ КАК СТАДИЯ ПОДГОТОВКИ К ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ**

**Парфенюк А.С., Кутняшенко А.И., Сокур А.А. (ДонНТУ, Донецк, Украина)  
Heinrich S., Antonyuk S. (TUHH, Hamburg, Germany)**

***Abstract:** In the article the necessity of kompaundirovaniya of hard wastes is described. The basic physical -mechanical parameters of the got preforms are rotined.*

Технология комплексной переработки смесей твердых углеродистых промбытотходов (ТПБО) методом термолиза позволяет получать твердое термолизное топливо (ТТТ), жидкие углеводороды, химические продукты и энергию. Этот метод термолизно-энергетической рекуперации отходов (метод ТЭРО) [1] имеет следующие отличительные особенности: 1) более высокий уровень экологичности в сравнении с другими методами термической переработки твердых отходов; 2) гибкость процесса термолизно-энергетической рекуперации позволяет перерабатывать одновременно бытовые и промышленные отходы; 3) ТБО подготавливают и смешивают в заданных пропорциях с твердыми промотходами (со шламами углеобогащения и фусами коксохимического производства); 4) в термолизных агрегатах, объединенных в батарею

непрерывно происходит процесс уплотнения, проталкивания смеси и ее термолиз; 5) летучие продукты термолиза отводятся на улавливание, где извлекаются ценные химические компоненты, а обратный газ очищают и направляют на обогрев агрегатов; 6) получаемое ТТТ поступает в 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 широким диапазоном изменений морфологического, фракционного состава, влажности, плотности, содержания органического вещества, теплопроводности и др. Эффективность переработки и качество получаемых продуктов существенно зависят от стабильности исходного сырья, поэтому важной стадией является предварительная подготовка 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 различных по свойствам исходных ПБО сложных, многокомпонентных смесей с заданными свойствами назван компаундированием. Он включает усреднение, приготовление смеси заданного состава с добавлением при необходимости связующего и оптимальную обработку давлением. Возможность управления этим процессом позволяет повысить техногенную безопасность термической переработки уже на стадии анализа состава и приготовления смеси [2].

При термической переработке отходов образуются различные токсичные соединения, среди которых наиболее опасны вещества группы диоксинов. Компаундирование позволяет уменьшить их образование. В процессе компаундирования еще до термообработки выделяют основные вещества, приводящие к образованию этих токсикантов и возможно добавлять соединения, уменьшающие образование при термолизе [3].

Для обоснования параметров процесса были проведены исследования свойств компаунд-смесей и полученных на их основе ТТТ.

Исходная насыпная плотность ТБО имеет малые значения (менее  $500 \text{ кг/м}^3$ ), что не позволяет эффективно и экономично проводить процесс термолизной переработки и требует уплотнения. Уплотняемости смесей ТБО способствует добавка связующих в определенных количествах и подогрев перед прессованием и препятствует некоторые компоненты ТБО, обладающие значительными упругими свойствами и содержащие большие объемы газовой фазы, которая может быть частично уменьшена при измельчении ТБО. При этом насыпная плотность повышается до  $600 - 1000 \text{ кг/м}^3$  в зависимости в основном от степени измельчения и влажности.

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 энергоемкость уплотнения снижается: при равной плотности брикетов и меньших энергозатратах на процесс уплотнения можно получить более прочные брикеты.

Нагрев смесей перед прессованием до  $80^\circ\text{C}$  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 ( $K_u=1.1\div 1.2$ ) многокомпонентных смесей 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 снова прессовали до этого давления. При прессовании наблюдалось не только увеличение конечной плотности и прочности, но и уменьшение коэффициентов упругого расширения и бокового давления и энергоемкости уплотнения (на 50-60%), а также возрастание времени релаксации внутренних напряжений (от 0.5 до 1-3 МПа). На рисунке показаны компрессионные кривые при двухстадийном прессовании смесей. Полученные результаты показывают необходимость 2-3 стадий уплотнения компаунд-смесей.

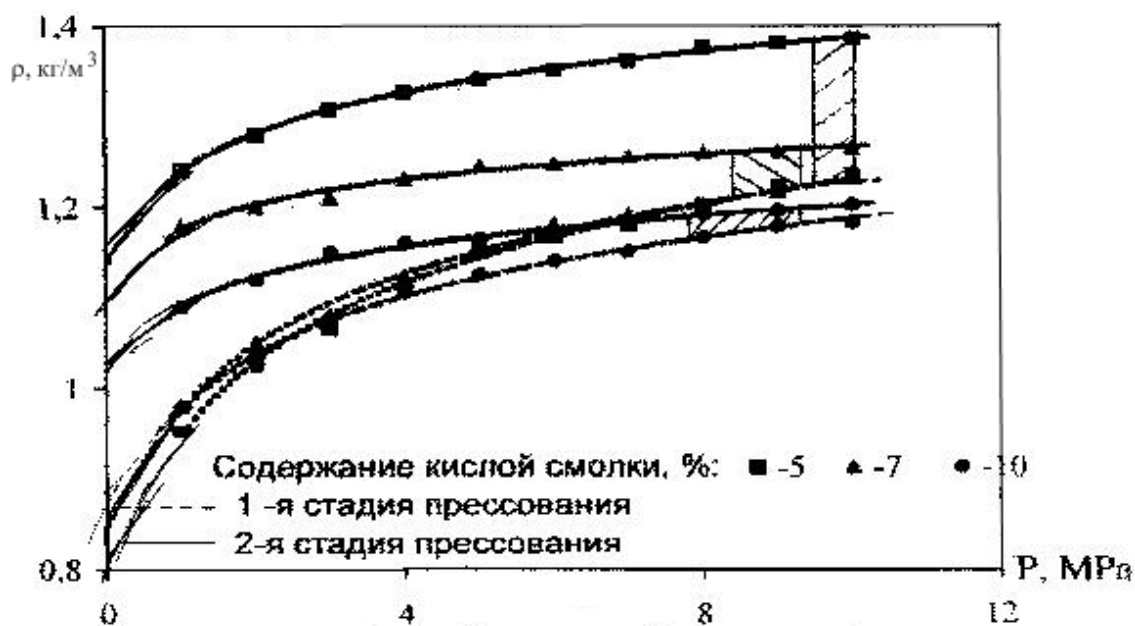


Рис. Компрессионные кривые при двухстадийном прессовании компаунд-смесей

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).

Определены прочностные и плотностные свойства ТТТ. Плотность топлива из различных компаунд-смесей составила 550-850 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности на сжатие  $\sigma_{сж}=0.5\div 0.65$  МПа и на растяжение  $\sigma_p=0.05\div 0.3$  МПа. 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  $16.2 \div 16.5$  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 высокочольного топлива может быть эффективно проведена в котлоагрегатах с кипящим слоем.

Таким образом установлена эффективность компаундирования смесей ТПБО и показаны возможности ведения процесса с применением двух и трехстадийного прессования.

**Список литературы:** 1. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Кутняшенко И.В. Проблема создания промышленных агрегатов для твердых углеродистых отходов. Возможности ее решения. // Кокс и химия. 1999. №3. С.40-44. 2. Антонюк С.И. Оборудование технологии компаундирования твердых углеродистых отходов для экологически чистой термической переработки в камерных печах. Автореф. дисс. работы. – К., 2004. 3. Парфенюк А.С., Антонюк С.И., Топоров А.А. Альтернативное решение проблемы твердых отходов в Украине // Экотехнологии и ресурсоснабжение – 2002. – Вып. 4.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Парфенюк А.С., Сокур А.А., Кутняшенко А.И.** (*ДонНТУ, Донецк, Украина*),  
**Heinrich S., Antonyuk S., Salikov V.** (*TUHH, Hamburg, Germany*)

Уровень накопления и генерирования твердых промышленных и бытовых отходов в Украине достиг критических значений, что особенно заметно в Донбассе. Разнообразие вредоносных свойств и увеличение количества источников формирования отходов, переполнение полигонов, токсичные выбросы, фильтраты и многое другое, все это делает ситуацию все более опасной и несовместимой с благополучием и здоровьем людей, проживающих в густонаселенных техногенно нагруженных регионах.

Очень опасными являются отходы коксохимических производств. Они пагубно влияют на окружающую среду, отравляя почву, подземные воды, воздух. Среди массовых коксохимических отходов особой вредностью отличается коксовая угольная пыль, разнообразные фусы и шламы, кислая смолка [1].

Каменноугольные фусы образуются в отделениях конденсации на всех коксохимических заводах и представляют собой смесь смолы с частицами угля, кокса и полукокса, унесенных вместе с газом из камер коксования. Удельный выход фусов зависит от влажности и помола шихты, применения пароинжекции при загрузке печей, объема камер коксования, свойств уносимых твердых частиц и смолы. При отсутствии бездымной загрузки выход фусов составляет 0,05-0,07% от шихты, с внедрением бездымной загрузки коксовых печей он возрастает в 2-3 раза до 0,2-0,23%. Средний удельный выход фусов на коксохимических предприятиях Украины составляет 0,14-0,15% от шихты.

Кислая смолка – смолистая вязкая масса, состоящая из серной кислоты (15-30%), бензольных углеводородов (15-30%), сульфосоединений (20-60%) и воды (10-20%).