

Заключение. Проводимая в стране масштабная реформа обращения с отходами давно назрела, т.к. нынешнее состояние дел в этой важной отрасли не соответствует передовому международному опыту. Существующее положение приводит к значительному увеличению ресурсоемкости отечественной экономики, делая ее неконкурентоспособной, т.к. большая часть потребляемых материальных ресурсов переходит в отходы производства и потребления. Помимо этого, принятая в стране практика обращения с отходами, основная часть которых захоранивается, приводит к серьезному загрязнению окружающей среды продуктами их деградации – биогазом и фильтратом. Следует надеяться, что предусмотренное реформой строительство новых перерабатывающих комплексов вместе с организацией раздельного сбора отходов позволит изменить положение в отрасли и вернуть в действующее производство значительную часть вторичных материальных и энергетических ресурсов, которые сегодня захораниваются.

Список литературы:

1. Бобович, Б.Б. Проблемы утилизации автомобилей и автокомпонентов [Текст] // Машиностроение и инженерное образование. – 2010. – №3(24). – С. 53-58.
2. Бобович, Б.Б. Утилизируемые автомобили – крупный источник вторичных материальных ресурсов [Текст] // Металлург. – 2011. – №1. – С. 39-43.
3. Шингаркина, В.С., Волков, В.И. Анализ решения проблем утилизации твердых бытовых отходов за рубежом Евразийское Научное Объединение. 2015. – Т. 1. – № 3 (3). – С. 91-94.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/c24/%D0%93%D0%94-2018%2030.08.19.pdf> (дата обращения: 13.12.2019).
5. Государственный реестр объектов размещения отходов [Электронный ресурс]. URL: <http://clevereco.ru/grogo> (дата обращения: 13.12.2019).
6. Мусорное кольцо вокруг Москвы [Электронный ресурс]. URL: https://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/toxics/obsor_othodi_msk.pdf (дата обращения: 13.12.2019).
7. Бобович, Б.Б. Обращение с отходами производства и потребления: учебное пособие / Бобович Б.Б. – М.: Инфра-М. – 2018. – 436 с. – (Высшее образование: Бакалавриат).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМ-ЛИГНИНА

А.Е. Тихонов, студ.

Томский политехнический университет

634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-70-17-77

E-mail: aet13@tpu.ru

Аннотация: В работе предложен и исследован метод переработки шлам-лигнина в условиях воздушной плазмы в виде водно-органической композиции. Данный метод имеет ряд преимуществ и позволяет экологически безопасно переработать лигнины. Был определен оптимальный состав композиции для утилизации в плазме. Анализ полученных равновесных составов показывает, что в процессе плазменной переработки идет образование N_2 , CO_2 , H_2O и SiO_2 (в конденсированной фазе). Отсутствие сажи и CO является индикатором того, что процесс переработки экологически безопасен.

Abstract: The work proposed and investigated the method of processing sludge-lignin in air conditions plasma in the form of a water-organic composition. This method has several advantages and allows to recycle lignins environmentally safely. The optimal composition for recycling in plasma was determined. The analysis of the obtained equilibrium compositions showed that in the process of plasma processing N_2 , CO_2 , H_2O and SiO_2 (in the condensed phase) were formed. Lack of soot and CO is indicator that the recycling process is environmentally safe.

Актуальность. Одна из актуальных задач рационального природопользования – решение проблемы утилизации крупнотоннажных промышленных отходов. Количество некоторых углеродсодержащих отходов столь велико, что их рассматривают как вторичные техногенные сырьевые ресурсы. Лигнин как составная часть древесины наиболее трудноутилизируемый отход, который образуется при ее химической переработке на целлюлозно-бумажных и гидролизных предприятиях. С другой стороны он – потенциальный сырьевой ресурс для промышленности. Хотя обзор научной литературы последних лет свидетельствует о возрастающем интересе исследователей к этому сырьевому ре-

сурсу, в настоящее время отсутствуют исчерпывающие технические решения по утилизации шлам-лигнинов лигнинов. В связи с этим представляет интерес проведение утилизации шлам-лигнинов в условиях высоких плазменных температур.

Методы исследования. Расчет составов композиций, термодинамическое моделирование, анализ расчетных данных.

Цели и задачи. Целью работы является исследование возможности и эффективности плазменной утилизации шлам-лигнинов в воздушной плазме высокочастотного факельного (ВЧФ) разряда. Для достижения цели ставился ряд задач: определение оптимальной по составу водно-органической композиции (ВОК), состоящей из воды и шлам-лигнина с механическими примесями; проведение термодинамического моделирования процесса плазменной обработки ВОК в воздушной плазме; анализ результатов расчетов и выдача рекомендаций по реализации процесса.

Расчет ВОК. Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при плазменной обработке шлам-лигнина в виде горючих водно-органических композиций (ВОК). Объективным показателем горючести таких композиций является их адиабатическая температура горения $T_{ад}$ [1]:

$$T_{ад} = \frac{Q_n^p + C_{омх} \cdot t_{омх} + \alpha \vartheta_{ок}^0 \cdot C_{ок} \cdot t_{ок}}{V_{уд} \cdot C_{уд}},$$

где

$$Q_n^p = \frac{(100 - W - A) \cdot Q_n^c}{100} - \frac{2,5 \cdot W}{100} - \text{низшая теплота сгорания композиции, МДж/кг;}$$

Q_n^c – низшая теплота сгорания горючего компонента композиции, МДж/кг;

W и A – содержание воды и негорючих минеральных веществ в ВОК, %;

2,5 – скрытая теплота испарения воды при 0 °С, МДж/кг;

$C_{отх}$ – средняя массовая теплоемкость композиции, кДж/(кг·град);

$t_{отх}$ – температура композиции, °С;

α – коэффициент расхода окислителя;

$\vartheta_{ок}^0$ – теоретический расход окислителя, м³/м³;

$C_{ок}$ – средняя теплоемкость окислителя, кДж/(м³·град);

$t_{ок}$ – температура окислителя, °С;

$V_{уд}$ – удельный объем, м³/кг;

$C_{уд}$ – удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С).

Как показали опыты по сжиганию жидких горючих отходов некоторых органических веществ, достаточное и полное их сгорание в камерах с небольшими потерями тепла в окружающую среду наблюдается при $T_{ад} \geq 1200$ °С, причем эта температура необходима и достаточна для самостоятельного горения отходов [2].

На рисунке 1 показано влияние содержания лигнина и механических примесей в нем на адиабатическую температуру горения ВОК. График позволяет определять оптимальные по составу водно-органические композиции с различным исходным содержанием в шлам-лигнине механических примесей.

Обычно содержание механических примесей в шлам-лигнине составляет до 10 %. С учетом полученных результатов можно рекомендовать ВОК на основе шлам-лигнина, имеющую следующий оптимальный состав: 70 % вода: 30 % шлам-лигнин (в том числе 10 % механические примеси). Энергозатраты на утилизацию такой композиции достигают $\approx 18,73$ МДж/кг, что позволяет получать в процессе ее плазменной обработки до 1,6 МВт/ч-т тепловой энергии, которую можно использовать для технологических и бытовых нужд.

Термодинамическое моделирование плазменной обработки ВОК. Для расчёта равновесных составов газообразных и конденсированных продуктов плазменной обработки ВОК использовалась программа TERRA. Расчёты проведены при атмосферном давлении (0,1 МПа), в широком диапазоне температур (300–4000) К и массовых долей воздушного плазменного теплоносителя (0,1–0,9). Для моделирования использовано характерное стехиометрическое соотношение компонентов шлам-лигнина: C10.15H10.65O2.95S0.1.

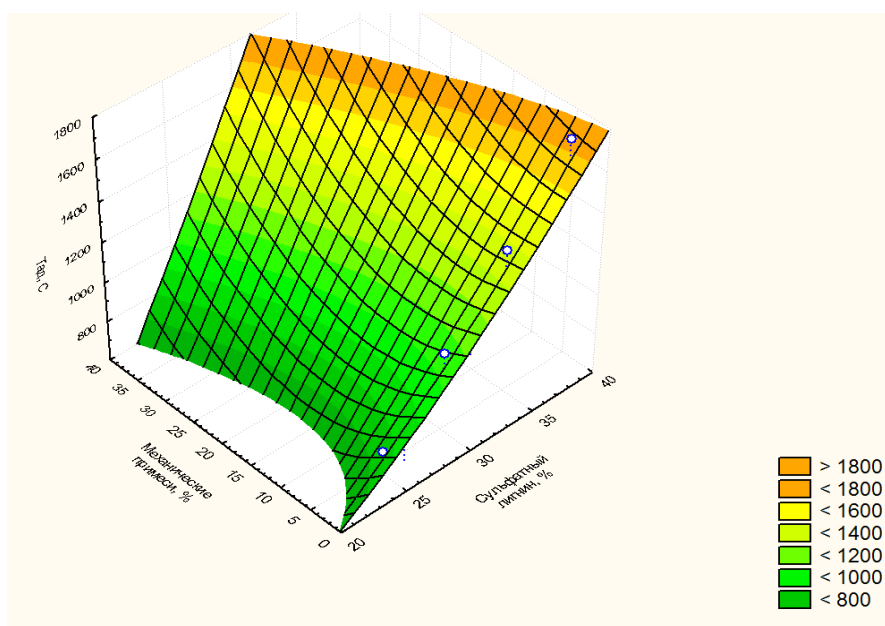


Рис. 1. Влияние содержания лигнина и механических примесей в нем на адиабатическую температуру горения ВОК

На рисунке 2 представлены характерные равновесные составы основных газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов обработки шлам-лигнина в воздушной плазме в виде ВОК при массовой доле воздушного теплоносителя 89 %.

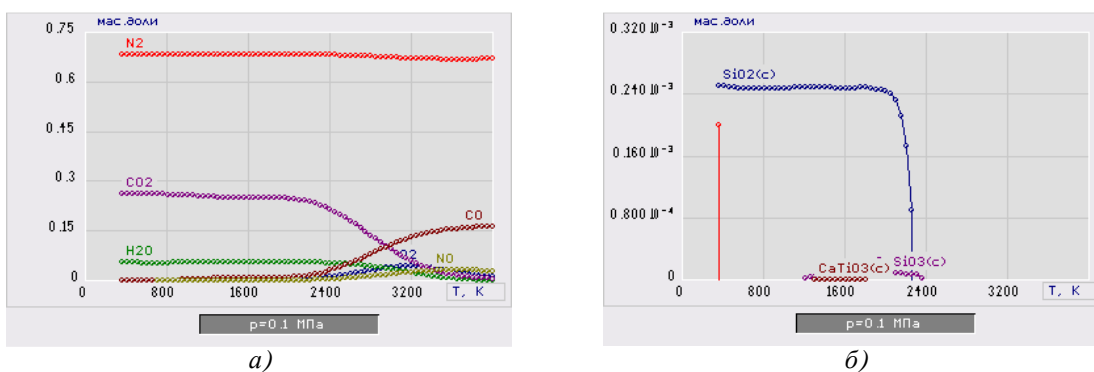


Рис. 2. Равновесный состав газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов обработки шлам-лигнина в воздушной плазме в виде ВОК (89 % воздух: 11 % ВОК)

Из анализа равновесных составов следует, что при массовой доле воздуха 89 % и температурах до 3200 К в газовой фазе образуются, в основном, N_2 , CO_2 и H_2O , а в конденсированной фазе – $SiO_2(c)$, $SiO_3(c)$ и $CaTiO_3(c)$ – соединения, появившиеся из механических примесей, а также $C(c)$ (красная прямая на рис. 2а) – сажа, указывающая на то, что процесс утилизации при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 89 % идёт не в оптимальном режиме.

На рисунке 3 представлены характерные равновесные составы основных газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов обработки шлам-лигнина в воздушной плазме в виде ВОК при массовой доле воздушного теплоносителя 90 %.

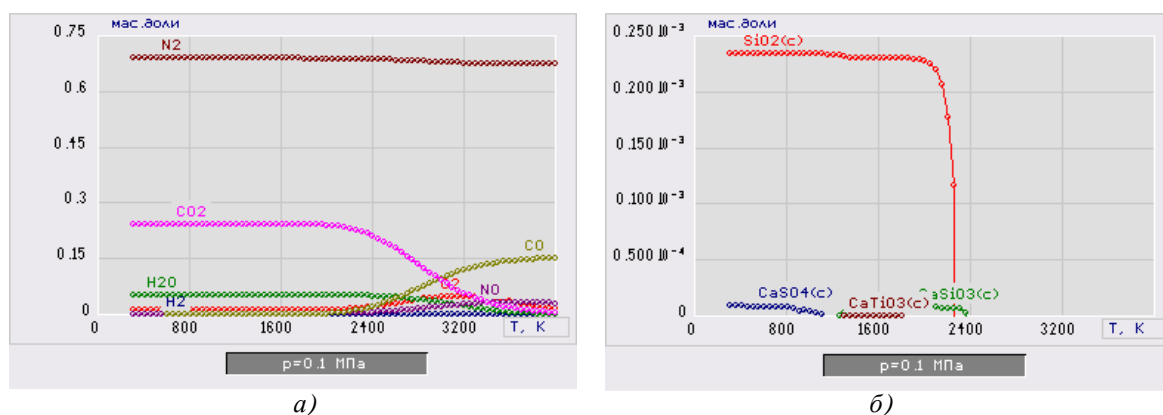


Рис. 3. Равновесный состав газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов обработки шлам-лигнина в воздушной плазме в виде ВОК (90 % воздух: 10 % ВОК)

Увеличение массовой доли воздуха с 89 % до 90 % (рис. 3) приводит к исчезновению сажи С(с) в продуктах плазменной утилизации шлам-лигнина в воздушной плазме.

Отсутствие сажи и незначительное количество СО и NO указывают на то, что процесс плазменной обработки шлам-лигнина в виде ВОК идёт в оптимальном режиме. Дальнейшее повышение массовой доли воздушного теплоносителя приведет к уменьшению производительности по лигнину, не меняя качественно состав продуктов переработки.

Выводы. С учётом полученных результатов для практической реализации процесса плазменной утилизации шлам-лигнина в воздушной плазме могут быть рекомендованы следующие оптимальные режимы:

- состав ВОК: 70 % вода: 30 % шлам-лигнин с содержанием 10 % механических примесей.
- массовое отношение фаз: 90 % воздух: 30 % ВОК;
- интервал рабочих температур: 1500 ± 100 К.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании технологии плазменной утилизации шлам-лигнинов.

Список литературы:

1. Новоселов И.Ю., Подгорная О.Д., Шлотгауэр Е.Э., Каренгин А.Г., Кокарев Г.Г. Плазменная утилизация и магнитная сепарация модельных отходов переработки отработавшего ядерного топлива // Известия вузов. Физика. – 2014 – Т. 57 – №. 2/2. – С. 26 – 30.
2. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990. – 304 с.

ОБРАЩЕНИЕ С АВТОКОМПОНЕНТАМИ ИЗ ПЛАСТМАСС ПОСЛЕ ВЫВЕДЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Е.В. Попова, магистрант, Б.Б. Бобович д. т. н., проф.

Московский политехнический университет

107023, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38, тел. +7(926)704-06-44

E-mail: popova.jenea@gmail.com

Аннотация: В статье показано, что ускоренная автомобилизация страны привела к увеличению количества автомобилей, выводимых из эксплуатации. Рассмотрен ассортимент пластмасс, применяемых в конструкции автомобилей. Показаны основные способы обращения с отходами пластмасс, образующихся при утилизации автомобилей. Сжигание и захоронение изделий из пластика приводят к загрязнению окружающей среды и нерациональному использованию материальных ресурсов. Наиболее рациональным способом является переработка пластмасс с получением вторичного техногенного сырья.

Abstract: The article shows that accelerated motorization of the country has led to an increase in the number of cars that are decommissioned. The assortment of plastics used in the construction of automobiles is considered. The main methods of handling plastic waste generated during the recycling of cars are shown. Incineration and disposal of plastic products lead to environmental pollution and waste of material resources. The most rational way is recycling of plastic waste to obtain secondary industrial raw materials.

Введение. Автотранспорт занимает одно из лидирующих мест по загрязнению окружающей среды. Количество транспортных средств в нашей стране на начало 2019 года составило около