

10. Петрашова Е.Н. Совершенствование насадок для сепарации капель в контактных аппаратах. Автореферат диссертации на соиск. уч. степени к.т.н. М.: МГУИЭ, 2012, 16 с.
11. Пушнов А.С., Петрашова Е.Н., Лагуткин М.Г. Геометрические характеристики регулярно уложенных кольцевых керамических насадок в колонных массообменных аппаратах// Химическая промышленность, 2010, т. 87, №7, с. 350-352.
12. Пушнов А.С., Петрашова Е.Н., Лагуткин М.Г. Влияние гидравлического сопротивления и геометрических параметров насыпных насадок на эффективность осуществления процессов тепло и массообмена// Химическая промышленность сегодня, 2012, №4, с. 29-32.
13. Пушнов А.С., Масагутов Д.Ф., Кашапов Н.Ф. Испытания новой регулярной насадки в форме каплевидного профиля из сетчатых элементов// Химическая техника, 2012, №12, с. 35-40.
14. Дмитриева Г.Б. Гидродинамика и массообмен в структурированных насадках из гофрированных листов. Автореферат диссертации на соиск. уч. степени к.т.н. Иваново: Ив.ГХТУ, 2007, 16 с.
15. Рябушенко А.С. Гидродинамика и испарительное охлаждение в насадках для градирен. Автореферат диссертации на соиск. уч. степени к.т.н. М.: МГУИЭ, 2009, 16 с.
16. Лаптев А.Г. Модели пограничного слоя и расчет тепломассообменных процессов. Казань: Издательство Казанского ун-та, 2007, 500с.
17. Лаптев А.Г., Фарахов М.И., Минеев Н.Г. Основы расчета и модернизация тепломассообменных установок в нефтехимии. Монография. Казань: КГЭУ, 2010, 54 с.
18. Пушнов А., Софронова О., Баранова Е. Гидродинамика регулярных насадок из сужающихся цилиндрических элементов// Silumos Energetika ir Technologijos – 2013; Konferencijos pranesimu medziaga. Kauno technologijos universitetas Konferencija, 2013 m. sausio 31 – vasario 1 d. Kaunas: TECHNOLOGIJA, 2013, p. 41-44.
19. Рыжов С.О., Бальчугов Л.В. Гидравлические исследования цепной насадки// Химическая промышленность сегодня, 2013, №2, с. 34-42.

Инновационные технологии переработки отходов

Чл-корр. РАН д.т.н. проф. Систер В.Г.¹, Животов В.К.², Коробцев С.В.², Иванникова Е.М.^{1,3},
Ямчук А.И.^{1,3}

¹ – Университет машиностроения, г. Москва

² – ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

³ – ООО «Национальная инновационная компания»

iegh510@yandex.ru

Аннотация. Представлены разработки кафедры «Инженерная экология городского хозяйства» Университета машиностроения в части методов переработки различных видов отходов. Безотходная технология газификации в расплаве металла позволяет перерабатывать коммунальные отходы с получением синтез-газа и электроэнергии в газовой турбине. Технология была унифицирована по виду исходного сырья, возможна переработка местных топливных ресурсов, в т.ч. торфа, угля, отходов производства, бытовых отходов, других углеродсодержащих топлив. Предлагается использовать полученный синтез-газ в когенерационных энергетических установках и энерготехнологических комплексах. Разработана технология переработки и утилизации полимерных материалов с использованием катализаторов нового поколения методом низкотемпературного каталитического пиролиза. Разработана технология переработки пищевых отходов с получением кормовых добавок методом биоконверсии.

Ключевые слова: безотходная технология, расплав металла, газификация, синтез-газ, твердые коммунальные отходы, углеродсодержащие топлива, когенерационные энергетические установки, полимерные отходы, низкотемпературный каталитический пиролиз, пищевые отходы, кормовые добавки

Сотрудниками кафедры ИЭГХ много лет ведутся работы по созданию конкурентоспособных технологий переработки различных видов отходов.

Одной из последних разработок кафедры, осуществленной совместно с РНЦ «Курчатовский институт», является технология безотходной расплавной переработки (газификации в расплаве металла) коммунальных отходов с производством синтез-газа и электроэнергии в газовой турбине с целью значительного снижения объема твердых коммунальных отходов, подлежащих депонированию на полигонах. Экономическая эффективность данной разработки – утилизация энергетического потенциала горючей составляющей балластной фракции твердых коммунальных отходов с минимальным ущербом для окружающей среды и производства строительных материалов из негорючей составляющей отходов, концентрирующейся в шлаке.

Данная расплавная технология газификации была унифицирована по виду исходного сырья. Проведение процесса газификации местных топливных ресурсов, в т.ч. торфа, угля, отходов производства, бытовых отходов, других углеродсодержащих топлив в расплаве черного металла позволяет создать высокоэффективную и одностадийную технологию и промышленные модули производства синтез-газа для использования в когенерационных энергетических установках и энерготехнологических комплексах (см. рисунки 1, 2).

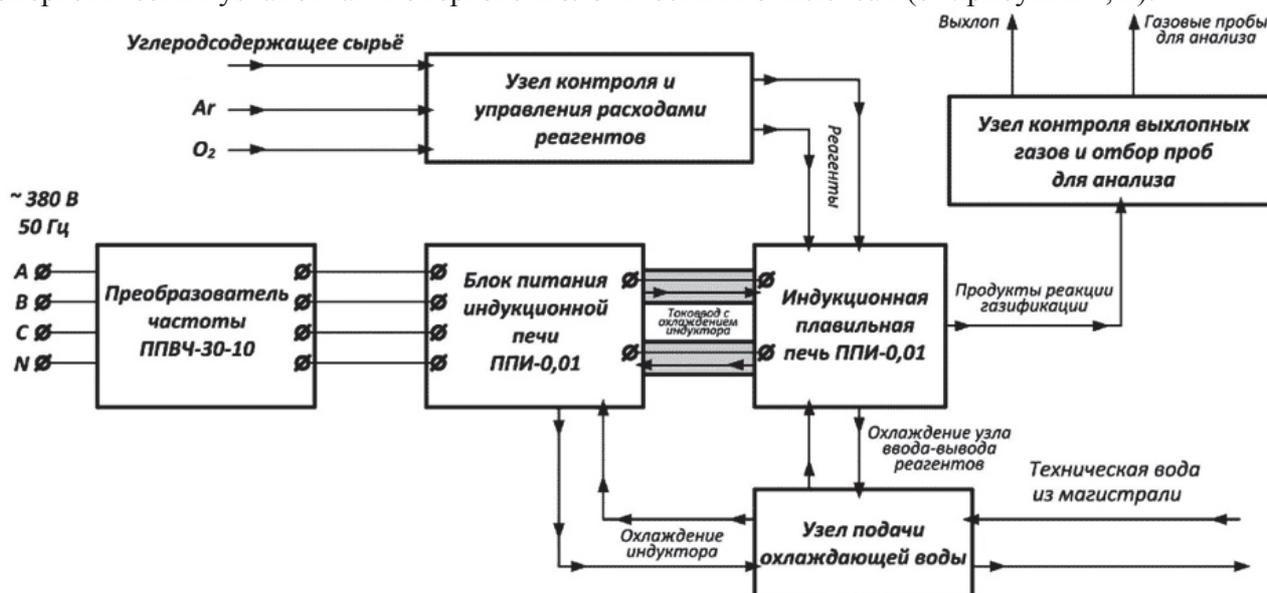
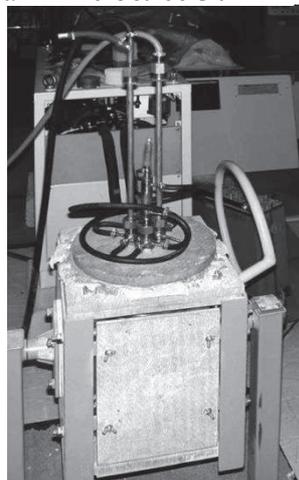


Рисунок 1. Функциональная схема газификации углеродсодержащих топлив

Основные характеристики описанной технологии:

- Одностадийная переработка широкого спектра низкокалорийных топлив;
- наряду с генерацией электрической энергии происходит утилизация тепла (полный КПД – 90%);
- включение в шлак процесса газификации неорганической составляющей топлива и связанной серы;
- утилизация в процессе конверсии минеральной компоненты и серы с получением инертного материала;
- разделение горючих и негорючих компонентов исходного сырья, а также упрощение очистки синтез-газа;

- емкость индукционной расплавной печи (max вес расплава железа) – 10 кг;
- мощность источника питания – не более 30 кВт;
- питающая сеть – 3×380 В, 50Гц;
- число фаз контурной цепи – 1;
- допустимая температура перегрева металла – 1650 °С;
- время плавки не более 30 минут.



а)



б)

Рисунок 2. а) установка плавильной печи, б) отбор пробы шлака

На основе данной технологии возможно сооружение установок газификации по переработке углеродсодержащих топлив производительностью до 100 тысяч тонн в год с производством товарной продукции – тепловой энергии и электроэнергии при сроке окупаемости 5 лет. Приведённые технико-экономические характеристики соответствуют мировому уровню и обеспечивают конкурентоспособность разработанной на предлагаемых принципах технологии на отечественном и зарубежном рынках. Внедрение результатов исследований позволит усовершенствовать существующие технологические процессы газификации техногенных (и бытовых) углеродсодержащих отходов и полностью отказаться от экологически вредных процессов утилизации отходов, таких как сжигание или складирование на полигонах. Более подробно технология представлена в публикациях [1 – 7].

Говоря о переработке отходов, необходимо упомянуть разработанную специалистами кафедры совместно с ТГТУ (Тверь) технологию переработки и утилизации полимерных материалов с использованием катализаторов нового поколения. Разработанная технология основывается на методе низкотемпературного каталитического пиролиза и может быть применена в промышленности для получения пироуглерода и газа, обогащенного водородом, а также на промышленных и городских предприятиях по переработке отходов для их эффективной утилизации. Внедрение данной технологии способствует совершенствованию технологических процессов, повышению уровня производственной безопасности и снижению издержек производства, сокращению на 10 – 15% себестоимости дополнительно полученной энергии, снижению уровня загрязненности окружающей среды токсичными органическими соединениями (диоксинами, органическими соединениями серы, угарным и углекислым газами). Более подробно технология представлена в публикациях [8 – 15].

Также нужно отметить разработанную сотрудниками кафедры технологию переработки пищевых отходов с получением продукта, перспективного в качестве добавки к основным рационам крупного рогатого скота и птицы. Предлагаемый метод биоконверсии отличается от существующих технологий более низкой себестоимостью и небольшим сроком окупаемости (около 2,5 лет). Для дальнейшей возможной реализации данной технологии были выпу-

щены исходные данные для проектирования модульной установки мощностью 1150 т/год. Более подробно данная концепция представлена в публикациях [16 – 18].

В настоящее время сотрудниками кафедры продолжают работы по развитию вышеуказанных направлений переработки отходов. Результаты представленных работ были продемонстрированы на многих российских и международных выставках и конференциях, на полученные результаты имеются патенты.

Литература

1. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Карпова Е.В. Сравнительный анализ существующих термических методов переработки твердых бытовых отходов // Химическое и нефтегазовое машиностроение, - № 12, 2007. с.24-25
2. Систер В.Г., Деминский М.А., Животов В.К., Кирилов И.А., Коробцев С.В., Потапкин Б.В., Иванникова Е.М., Николайкина Н.Е. Термодинамический анализ процесса газификации твердых бытовых отходов в расплаве металла // Химическое и нефтегазовое машиностроение, № 10, 2008. с. 32-35
3. Систер В.Г., Беренгартен М.Г., Иванникова Е.М., Елисеева О.А., Ямчук А.И., Коробцев С.В. Способ безотходной переработки балластной фракции твердых коммунальных отходов в синтез-газ в расплаве металла с получением композиционных строительных материалов // Тезисы докладов Итоговой конференции по результатам выполнения мероприятий ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы» за 2008 год по приоритетному направлению «Рациональное природопользование», 4-5 декабря 2008 г., г. Санкт-Петербург
4. Систер В.Г., Беренгартен М.Г., Иванникова Е.М., Елисеева О.А., Ямчук А.И., Коробцев С.В. Безотходная переработка балластной фракции твердых коммунальных отходов в расплаве металла в синтез-газ с получением композиционных материалов // Тезисы докладов Научно-практической конференции «Комплексное использование ресурсов и отходов», 10 ноября 2008г., Москва, С. 12-13
5. Систер В.Г., Ямчук А.И., Иванникова Е.М., Московский А.С., Бабарицкий А.И., Животов В.К., Коробцев С.В., Потапкин Б.В., Деминский М.А., Чебаньков Ф.Н. Газификация твердого органического сырья, как источник топлива для когенерационных установок // Альтернативная энергетика и экология, № 16, 2013 (в печати)
6. Систер В.Г., Ямчук А.И., Иванникова Е.М., Дёмкин С.А., Животов В.К., Коробцев С.В., Потапкин Б.В. Газификация твердых углеводородов в расплаве металла // Газовая промышленность, 2013 (в печати)
7. Систер В.Г., Чалов К.В., Луговой Ю.В., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М., Иванникова Е.М. Термокаталитическая утилизация нефтесодержащих отходов // Альтернативная энергетика и экология, 2012, №5-6. с. 183-186
8. Систер В.Г., Луговой Ю.В., Иванникова Е.М., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М. Снижение энергозатратности термической переработки полимерных отходов // Альтернативная энергетика и экология, № 3 (95), 2011. с. 90-93
9. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Сульман Э.М., Косивцов Ю.Ю., Луговой Ю.В. Каталитический пиролиз полимерных смесей // Журнал физической химии, №6, т. 85, 2011. с.1192-1194
10. Систер В.Г., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М., Луговой Ю.В. Пиролиз полимерных материалов в присутствии хлоридов металлов подгруппы железа // Химическое и нефтегазовое машиностроение, М., № 6, 2010. С. 36-38.
11. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М., Луговой Ю.В., Ямчук А.И. Влияние хлорида кобальта на физико-химические свойства твердого остатка пиролиза полимерного корда // Химическая технология, № 8, т. 11, 2010. с.492-495

12. Систер В.Г., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М., Луговой Ю.В. Апробация методик пиролиза на экспериментальном стенде // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2011, №4, стр. 37-40,
13. Косивцов Ю.Ю., Систер В.Г., Майков К.М., Петров А.А. Опытнo-промышленная установка для каталитического пиролиза органических материалов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2011, №6, стр. 6-9,
14. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Сульман Э.М., Чалов К.В., Луговой Ю.В., Косивцов Ю.Ю. Совместный каталитический пиролиз торфа и нефтесодержащих отходов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2011, №9, стр. 26-27,
15. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Чирков В.Г., Холманский А.С., Сорокина Е.Ю. Анализ зависимости выхода и состава газообразных продуктов пиролиза от химической структуры органического сырья // Химическая технология, № 4, 2011. с. 222 - 226
16. Систер В.Г., Молчанов В.П., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М., Иванникова Е.М., Ямчук А.И. Анализ и оптимизация процессов биокаталитической конверсии органогенных отходов с получением кормовых добавок заданного состава // Экология и промышленность России, №10, 2011. С.36-39
17. Систер В.Г., Ямчук А.И., Молчанов В.П., Додуда В.Ю., Сульман Э.М. Кинетическое моделирование и анализ механизмов образования аминокислот в процессе биоконверсии растительного сырья и органических отходов // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2012, №4, стр. 43-48
18. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Молчанов В.П., Гавриленко А.В., Сульман Э.М., Бочкова М.А. Некоторые аспекты биокаталитического синтеза незаменимых аминокислот в процессе биоконверсии органических отходов // Химическая технология, № 8, т.13, 2012. с. 474-481

Технологии получения биодизельного топлива

Чл-корр. РАН д.т.н. проф. Систер В.Г.¹, Иванникова Е.М.^{1,2}, Ямчук А.И.^{1,2}
1 Университет машиностроения
2000 «Национальная инновационная компания
iegh510@yandex.ru

Аннотация. Представлены разработки кафедры «Инженерная экология городского хозяйства» Университета машиностроения в части получения биодизельного топлива из сырья растительного происхождения: гетерогенный катализ растительных масел (рапсового и др.), переэтерификация растительных масел сверхкритическим метанолом, безотходные циклы производства биотоплив и энергии из биомассы микроводорослей.

Ключевые слова: биодизельное топливо, биотопливо 3-го поколения, переэтерификация, рапс, микроводоросли, среда сверхкритического метанола, мини-ТЭС

Сотрудниками кафедры ИЭГХ много лет ведутся работы по созданию конкурентоспособных импортозамещающих технологий получения биодизельного топлива из сырья растительного происхождения.

Как известно, традиционный процесс получения биодизеля предусматривает использование гомогенных щелочных или кислотных катализаторов и включает 8 стадий: переэтерификация, две стадии сепарации от глицерина и свободных жирных кислот, промывка, нейтрализация, очистка биодизеля и две стадии отгонки спирта. Т.е. требуется многократная очистка получаемых продуктов и нейтрализация катализатора, что приводит к образованию