

УДКА 536.246.2

О НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

*Г.И. Журавский**Институт тепло – и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси*

Техногенное влияние на природу к началу XXI века привело к опасности негативных изменений экологического состояния атмосферы, гидросферы, литосферы и создало одну из глобальных проблем человечества – проблему предотвращения грядущего необратимого ухудшения состояния окружающей среды.

Из земных недр ежегодно извлекается более 100 млрд. т полезных ископаемых, производится около 60 млн. т пластмасс и выплавляется свыше 800 млн. т металлов. В настоящее время на каждого жителя Земли добывается и производится около 20 т в год исходного сырья, которое далее перерабатывается примерно в 2 т полезного продукта.

В мире ежегодно сжигается до 5 млрд. т угля, около 28 млрд. кубических метров газа и 3,2 млрд. т нефти. При этом выделяется $3,6 \cdot 10^{20}$ Дж тепловой энергии (количество поступающей на Землю солнечной энергии составляет $5,5 \cdot 10^{23}$ Дж в год), которая рассеивается в окружающей среде, изменяя её температурный режим. Сжигание ископаемых органических топлив приводит к росту диоксида углерода в атмосфере (примерно на 0,4% в год), выбросам оксидов серы и азота, большого количества пыли.

Ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается (в среднем на каждого человека) 4 т диоксида углерода, 30 кг диоксида серы, 50 кг пыли. Диоксид углерода поглощает инфракрасное излучение, что при определённой концентрации этого газа в атмосфере неизбежно приведёт к глобальному повышению температуры на Земле, последствия которого станут губительными для всего живого на планете.

Анализ динамики образования отходов приводит к выводу, что дальнейшее развитие производства не может осуществляться без учета экологических аспектов, связанных с накоплением отходов.

В настоящее время до 80 % потребляемых энергоресурсов наша страна импортирует из-за рубежа. В связи с непрерывно возрастающей их стоимостью разработка экономически, экологически и энергетически эффективных технологий и оборудования

(наилучших доступных технологий – НДТ) переработки отходов для замещения импортируемых в Республику Беларусь энергоресурсов, топливами из полимерных отходов, нефтяных шламов, неделовой древесины, торфа, низкосортных и бурых углей является актуальной проблемой.

Согласно оценкам, при сохранении существующих темпов развития индустриальные нагрузки на окружающую среду уже в первой половине XXI века возрастут примерно в три раза. Прогнозируя дальнейшее индустриальное развитие, следует предположить, что накопившиеся в течение целых геологических эпох природные ресурсы могут быть израсходованы за несколько десятилетий и при этом основное их количество превратится в газообразные, жидкие, твёрдые и тепловые отходы.

Поэтому на повестке дня стоит вопрос создания экологической промышленности, базирующейся, в первую очередь, на наилучших доступных технологиях переработки отходов.

В Европейском союзе в этом направлении проведена значительная работа, в результате которой определены наилучшие доступные технологии переработки отходов с учетом образования, сбора и обезвреживания отходов.

Подготовлены справочные руководства по новейшим технологиям, отвечающим требованиям НДТ, которые находятся на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ или опытно-промышленного внедрения, представлены их перспективные преимущества и существующие проблемы внедрения [2,3].

В Российской Федерации критерии определения технологии в качестве НТД установлены статьей 28.1 [1]. Согласно указанной статье Ф 3, применение наилучших доступных технологий направлено на комплексное предотвращение и (или) минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Сочетанием критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения НТД являются:

- наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объема производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели (критерий 1);
- экономическая эффективность ее внедрения и эксплуатации (критерий 2);
- применение ресурсо- и энергосберегающих методов (критерий 3);
- период ее внедрения (критерий 4);
- промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (критерий 5);

Статья 28.1 ФЗ [1] также устанавливает следующее:

- порядок определения технологии в качестве НТД устанавливается Правительством Российской Федерации;
- методические рекомендации по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии разрабатываются уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

В настоящее время постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458 утверждены Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям [4].

Указанные Правила устанавливают порядок определения технологии в качестве НДТ, в том числе определения технологических процессов, оборудования, технических способов, методов для конкретной области применения.

В общем случае при отнесении технологии обезвреживания отходов к НДТ соблюдается следующая последовательность действий:

Первоначально целесообразно выделить технологии, направленные на решение выделенных экологических проблем (с учетом маркерных за-

грязняющих веществ, отходов обезвреживания, выбросов, сбросов и иных видов негативного воздействия, а также потребляемых ресурсов и материалов).

Для выделенных технологий проводится оценка воздействия на различные компоненты окружающей среды и уровней потребления различных ресурсов и материалов,

Оценка, при наличии необходимой информации, затрат на внедрение технологий и содержание оборудования, возможные льготы и преимущества после внедрения технологий период внедрения.

По результатам оценки из выделенных технологий выбирается наилучшая доступная технология.

Ряд технологий переработки отходов, разработанных в Институте тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси включены в Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям [5-8].

Разработана, изготовлена и испытана плазменная камерная печь периодического действия мощностью 50 кВт и производительностью 20 – 30 кг/ч. Печь предназначена для обезвреживания медико-биологических отходов [5].

Создана шахтная печь для термической переработки твердых бытовых отходов, промышленных и медико-биологических отходов с агрегатной нагрузкой до 200 кг/ч, в которой в качестве плазменных горелочных устройств применяются электродуговые плазмотроны постоянного и переменного тока [6].

Одним из видов крупнотоннажных отходов, которые постоянно накапливаются и представляют высокую опасность для окружающей среды, являются нефтяные отходы в виде нефтезагрязненных грунтов и нефтяных шламов, которые в основном складываются в хранилищах, представляющих собой целые “озера” ядовитых жидкостей.

Количество постоянно образующихся нефтяных отходов в среднем составляет около 2,5 % от количества ежегодно добываемой нефти. А количество накопившихся отходов в десятки раз превышает их ежегодное образование.

В рамках научно-технического сотрудничества между Институтом тепло – и массообмена им. А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси, ООО “Промышленно – транспортная корпорация” (г. Иркутск, РФ), а также ООО “НПО Инноватех” (г. Санкт-Петербург, РФ) разработан технологический процесс и оборудование для паровой термохимической конверсии широкого спектра нефтяных отходов [7,8].



Рис. 1. Нефтяные отходы

Технологический процесс основан на обработке отходов перегретым водяным паром при температурах выше $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, в результате чего протекает термохимическая конверсия (термолиз) органических составляющих отходов с образованием газообразных, твердых и жидких продуктов.

Технологический процесс реализуется в несколько стадий:

- подготовка нефтяных отходов к подаче в реактор термолиза, заключающаяся в нагреве отходов для снижения их вязкости и удалении из отходов различных крупных включений в виде камней, металла, стекол и др;

- обработка водяным паром выделенных из отходов включений, подача их в блок приемки твердых отходов, конденсация образующихся паров воды и углеводородов и подача конденсата в блок приемки жидких продуктов;

- проведение паровой термохимической конверсии отходов в реакторе путем нагрева в среде перегретого водяного пара при давлении не выше $0,1\text{ МПа}$ и температуре до $650\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- подача парогазовой смеси в теплообменник и охлаждение ее до температуры ниже $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, удаление из теплообменника образующегося конденсата в блок приемки жидких продуктов, вывод из теплообменника неконденсирующихся газов и подача их на сжигание в блок получения теплоносителя;

- вывод из реактора твердых продуктов, охлаждение их до температуры ниже $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ в блоке охлаждения и приемки;

- вывод теплоносителя (продуктов сгорания) из системы обогрева реактора термолиза, подача их на очистку и сброс в атмосферу;

- вывод из блока очистки сточных вод, подача их на очистку и сброс в систему канализации.

Новая технология аппаратно оформлена в виде установки для переработки нефтесодержащих отходов, установленной на территории компании ООО «Промышленно – транспортная корпорация» (г. Ангарск, РФ) (рис. 2)

С помощью данного оборудования экспериментально в опытно-промышленных условиях обоснована технология термохимической конверсии нефтяных отходов.

Как показывают исследования, в результате паровой термохимической конверсии нефтяных отходов, например, отходов переработки нефти на НПЗ, происходит образование бензиновой фракции в количествах от 14 до 26% , керосиновой фракции в количествах от 16 до 20% и дизельной фракции в количествах до 40% от исходного продукта.

При паровой термохимической конверсии нефтяных отходов, содержащих значительные количества механических примесей кроме горючих газов и жидких углеводородов образуется твердый остаток, практически не содержащий углеводородов (рис. 4).

На протяжении ряда последних лет автором данной работы создавалась термохимическая технология, основанная на свойствах органических соединений подвергаться деструкции при нагревании. В течение этого времени были найдены новые технические решения, позволяющие «нейтрализовать» агрессивную среду в реакторе путем подачи водяного пара на стадии термического разложения отходов и тем самым снизить воздействие вредных соединений и их выход в рабочую зону.

В результате была обоснована концепция «парового термолиза», т.е. использования водяного пара, как эффективного теплоносителя и инертной среды для снижения образования экологически опасных соединений и возможности получения ценных конечных продуктов, которые могут быть сертифицированы как топлива, добавки к топливам, сырьевые материалы и компоненты для получения некоторых видов продукции.

С целью определения экологических показателей технологии термохимической конверсии нефтяных и других видов отходов были выполнены экспериментальные исследования выбросов при переработке отходов.

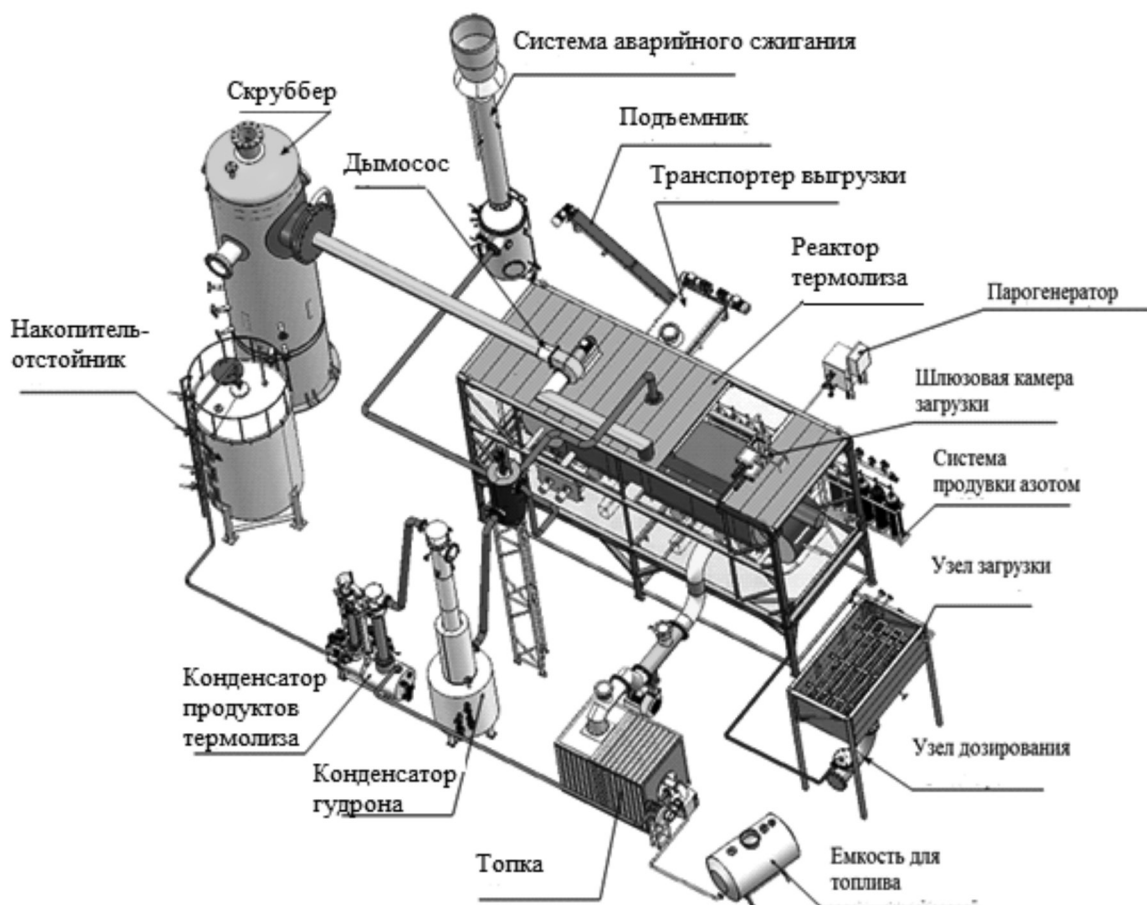


Рис. 2. Аппаратурное оформление технологии паровой термохимической конверсии нефтяных отходов



Рис. 3. Исходные отходы

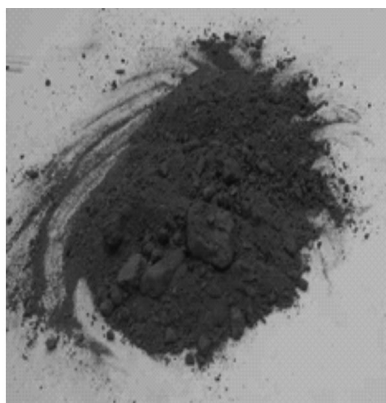


Рис. 4. Твердый остаток



Рис. 5. Жидкая фракция

Исследования проводились на территории компании "AIRBUS" (г. Тулуза, Франция), куда была доставлена мобильная установка УТПО-1 (рис. 6, обложка). Отбор проб выбросов и их исследования выполняла фирма "NORISKO" (Франция), имеющая соответствующее оборудо-

вание и необходимые международные сертификаты для проведения подобного рода исследований.

Специалисты ИТМО им. А.В. Лыкова участвовали в проведении исследований, обеспечивая работу оборудования и контроль технологи-

ческих параметров процесса термической переработки отходов.

Комплекс работ по созданию технологии и оборудования для переработки отходов методом паровой термохимической конверсии отмечен дипломом “Национальная экологическая премия за 2015 год” (Москва, 2015 г.).

Анализ экспериментальных данных показывает, что по всем исследованным показателям технологический процесс удовлетворяет требованиям охраны окружающей среды. Особенно необходимо отметить, что процесс соответствует международным нормативам по выбросам диоксинов.



Рис. 7. Диплом “Национальная экологическая премия за 2015 год”

Список использованных источников

1. Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. №7-ФЗ (ред. от 28.11.2015) “ Об охране окружающей среды” (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016)
2. Европейская комиссия. Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Сжигание отходов. Август 2006 г.
3. Европейская комиссия. Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Обработка отходов. Август 2006 г.
4. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям “Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов) //Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва, 2015. – 238 с.
5. Моссэ А.Л., Горбунов А.В., Савчин В.В. Электродуговые плазменные устройства для переработки и уничтожения токсичных отходов. Материалы 4-го Международного симпозиума по теоретической и прикладной плазмохимии. Ивановский государственный технологический университет, 13- 18 мая 2005 г.
6. Моссэ А.Л. , Савчин В.В. Плазмотермическая обработка токсичных отходов. Твердые бытовые отходы. – 2006 . – 2006 . – С. 22 – 24 .
7. Журавский Г.И. , Градов А.С. , Сусеков Е.С., Шаранда Н.С. Термолизная переработка нефтяных отходов // Тепло- и массоперенос – 2012 . Минск: ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2012, с.25-28
8. Журавский Г.И., Градов А.С., Сусеков Е.С. Термохимическая технология и оборудование переработки нефтяных отходов. “Инвентаризация и восстановление загрязненных территорий”//Национальный Центр Экологического Менеджмента и Чистого Производства для нефтегазовой промышленности.- Москва, 2016, с. 25 – 61. (Коллективная монография).