

УДК 628.475

**Д.В. СТАЛИНСКИЙ**, д.т.н., генеральный директор, **А.Л. СКОРОМНЫЙ**, заместитель заведующего лабораторией Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь», г. Харьков  
**А.М. СИНОЗАЦКИЙ**, директор НПВП «Фантомаш», г. Сарны, Ровенская обл.

## ОПЫТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ\*

Рассмотрен вопрос создания опытной установки для термохимической деструкции твердых органических отходов с получением жидких, газообразных и твердых энергоносителей. Описаны принцип действия установки и функциональное назначение основных ее модулей. Конструкция опытной установки позволяет проводить исследования процессов термохимической деструкции отходов в широком диапазоне физических и энергетических параметров.

**установка, твердые органические отходы, переработка, термохимическая деструкция, энергоносители**

В последние годы в промышленно развитых странах растет уровень использования отходов как вторичного энергетического сырья [1]. По мнению авторов работы [2], следствием устойчивого роста мировых цен на нефть и природный газ стало повышение привлекательности использования в качестве энергоносителей возобновляемых источников энергии, к которым может быть отнесена органическая часть твердых бытовых и производственных отходов (ТБПО).

К одной из перспективных технологий, позволяющих утилизировать ТБПО, получая из них жидкие, твердые и газообразные энергоносители, относится термохимическая деструкция [2].

С целью отработки данной технологии в промышленных масштабах специалистами УкрГНТЦ «Энергосталь» и НПВП «Фантомаш» были проведены исследования, разработан комплект конструкторской документации и ведется создание опытной установки (изготовитель – УкрГНТЦ «Энергосталь») для термохимической деструкции твердых бытовых и производственных отходов (рис. 1).

Опытная установка состоит из четырех основных модулей: загрузки, термохимической деструкции, разделительного блока и ускоренного охлаждения твердого углеродсодержащего остатка.

Работа этих модулей позволяет осуществлять:

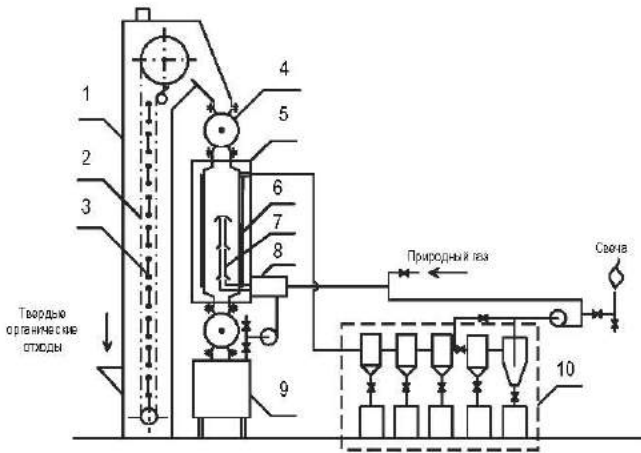
- предварительный подогрев и сушку исходного органического сырья на ленте конвейера за счет тепло-

ты, генерируемой трубчатыми электронагревателями (ТЭН) суммарной мощностью 27 кВт, при загрузке ТБПО в реактор;

- термохимическую переработку ТБПО в потоке газообразного теплоносителя ( $t = 300\text{--}650^\circ\text{C}$ ), который подают в сырье с помощью устройства осевой подачи теплоносителя на разных уровнях камеры реактора;
- дополнительный подвод теплоты, генерируемой ТЭН, установленными по периметру камеры реактора (суммарная мощность 27 кВт);
- разделение образующейся парогазовой смеси углеводородов на жидкую и газообразную составляющие с помощью четырех разделительных аппаратов, обеспечивающих конденсацию жидких углеводородов с различными температурами кипения;
- очистку полученных горючих газов от капель жидких углеводородов в каплеуловителе;
- выгрузку и ускоренное охлаждение твердого углеродсодержащего остатка.

Модуль загрузки ТБПО состоит из корпуса, ленточного конвейера с электроприводом и трубчатых электронагревателей, установленных между восходящей и нисходящей лентами конвейера. За счет регулирования температуры исходного сырья путем изменения мощности ТЭН обеспечивается контролируемое подсушивание отходов при их загрузке в термохимический реактор.

\* Статья опубликована по материалам XVI Международной конференции «Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов», г. Щелкино, АР Крым, 2008 г.



**Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для термохимической деструкции ТБПО:**

- 1 – узел загрузки и подсушки ТБПО; 2 – лента конвейера; 3 – трубчатые электронагреватели; 4 – шлюзовый затвор; 5 – термохимический реактор; 6 – трубчатые электронагреватели; 7 – устройство осевой подачи газообразного теплоносителя; 8 – блок подготовки теплоносителя; 9 – устройство ускоренного охлаждения твердого остатка; 10 – блок разделения парогазовой смеси углеводородов на фракции

Термохимический реактор емкостью 0,15 м<sup>3</sup> представляет собой вертикальную цилиндрическую камеру ( $d = 0,35$  м;  $l = 1,2$  м), футерованную шамотным легковесным огнеупорным кирпичом марки ШЛ-0,4, с двумя способами подвода теплоты для деструкции исходного сырья:

- контактным – при передаче 50 кВт теплоты в ходе непосредственного контакта газообразного теплоносителя, приготовленного в блоке подготовки (при сжигании природного или топливного газа) и поданного непосредственно в осевую часть реактора с помощью устройства для осевой подачи теплоносителя;
- рекуперативным – при передаче 27 кВт теплоты, генерируемой ТЭН, установленными по периметру камеры, через ее стенку.

Герметичность термохимического реактора обеспечивается двумя шлюзовыми затворами, установленными в верхней и нижней частях камеры.

Парогазовая смесь углеводородов, образующихся в ходе термохимической деструкции ТБПО, отводится из реактора в блок разделения. В четырех разделительных аппаратах данного блока происходит конденсация фракций жидких углеводородов с различными температурами кипения. Каплеуловитель предназначен для очистки топливного газа от капель жидких углеводородов.

На начальном этапе топливный газ, отведенный с помощью нагнетателя из разделительного блока, сжигается на свече. При выходе расхода и давления топливного газа на расчетный режим происходит замена подачи при-

родного газа на топливный в блок подготовки газообразного теплоносителя.

Конструкция устройства ускоренного охлаждения твердого углеродсодержащего остатка позволяет обеспечить возврат теплоты в реактор, подогревая воздух горения за счет теплоты, отведенной от твердого углеродсодержащего остатка. В качестве альтернативного варианта использования конструкция модуля ускоренного охлаждения предусматривает возможность теплоснабжения помещения, в котором находится установка термохимической деструкции.

Установка оснащена необходимыми для исследований контрольно-измерительными приборами и автоматикой.

В качестве исходного сырья предполагается использовать отходы производства подсолнечного масла (шелуху подсолнечника), лесоперерабатывающей промышленности, изношенные автопокрышки, органическую часть твердых бытовых отходов.

Процентное соотношение продуктов, которые предполагается получить в ходе термохимической деструкции, и их энергетический потенциал (по данным работ [2, 3]), представлены в табл. 1.

**Таблица 1 – Соотношение и энергетический потенциал конечных продуктов**

Наименование	Доля от исходных продуктов, %	Теплотворная способность, МДж/кг (МДж/м <sup>3</sup> )
Твердый углеродсодержащий продукт	30–40	31–34
Жидкие углеводороды	45–55	41–44
Топливный газ	5–10	12–18

Из анализа данных, представленных в табл. 1, следует, что энергетический потенциал твердых, жидких и газообразных продуктов термохимической деструкции органической части ТБПО достаточен для их использования в качестве топлива, а сами ТБПО могут рассматриваться в качестве возобновляемых источников энергии. Следует отметить, что, помимо теплотворной способности, жидкие, газообразные и твердые виды топлива обладают целым рядом важных характеристик (содержание серы, зольность, влага, вязкость и др.), которые будут определены в ходе исследований и сопоставлены с нормированными показателями.

Конструкция опытной установки позволяет производить исследования влияния на процесс термохимической деструкции ТБПО таких параметров, как состав, плотность и влажность исходного сырья, вид нагрева (рекуперативный, контактный), температура процесса, давле-

ние в реакторе, скорость подвода теплоты, коэффициент избытка воздуха горения, влияние различных катализаторов для интенсификации процесса термохимической деструкции исходного сырья и синтеза углеводородов.

В качестве контролируемых параметров предполагается использовать количественные (расход) и качественные показатели (элементарный состав и свойства) твердых, жидких и газообразных продуктов термохимической деструкции ТБПО.

На конструктивное исполнение отдельных модулей и установки в целом, а также на способ термохимической переработки ТБПО подан ряд заявок на получение патентов Украины на изобретения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сталинский, Д.В. О рациональном управлении твердыми бытовыми отходами города Харькова [текст] / Д.В. Сталинский, А.З. Рыжавский, В.Д. Мантула, А.И. Ровенский, М.А. Зимогляд // Экология и здоровье человека. Защита воздушного и водного бассейнов. Утилизация отхо-

Розглянуто питання щодо створення дослідної установки для термохімічної деструкції твердих органічних відходів з отриманням рідких, газоподібних, твердих енергоносіїв. Описано принцип дії установки та функціональне призначення основних її модулів. Конструкція дослідної установки дозволяє проводити дослідження процесів термохімічної деструкції відходів у широкому діапазоні фізичних та енергетичних параметрів.

дов : сборник научных статей к XII Международной научно-практической конференции / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Харьков: Райдер, 2004. – С. 303–308.

2. Лихоманенко, В.А. Термохимическая переработка вторичного сырья с целью его энергетического использования / В.А. Лихоманенко, И.В. Цветкова, А.Н. Пауков, С.М. Русалин, В.Л. Юшко // Экология и здоровье человека. Защита воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: сборник научных статей к XV Международной научно-практической конференции. В 2 т. / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Харьков: «Издательство Сага», 2007. – Т. 2. – С. 402–409.
3. Лихоманенко, В.А. Особенности переработки отходов РТИ в термохимических процессах / А.В. Лихоманенко, И.В. Цветкова, С.М. Русалин, В.Л. Юшко // Экология и здоровье человека. Защита воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: сборник научных статей к XV Международной научно-практической конференции. В 2 т. / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Харьков: «Издательство Сага», 2007. Т. 2. – С. 395–401.

*Поступила в редакцию 10.04.2008*

The article gives information about creation of the pilot plant for thermochemical destruction of solid organic wastes with obtaining liquid, gaseous and firm fuel. Principle of plant operation and functional purpose of its basic modules are described. Plant design enables carrying out investigation of thermochemical destruction process of wastes in a wide range of physical and energy parameters.