

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА  
ПУТЕМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ БИОМАССЫ**

**С. В. Василевич, М. В. Малько, А. Н. Асадчий, Д. В. Дегтеров**

*Государственное научное учреждение «Институт энергетики  
НАН Беларуси», г. Минск*

Известно, что в состав углеводов, получаемых путем термохимической конверсии древесной биомассы, входят десятки компонентов, многие из которых до сих пор не идентифицированы. Сложность определения состава углеводов также связана с тем, что он сильно зависит от многих факторов, что определяет повышенный интерес к данному вопросу ученых во многих странах мира.

Известно, что к основным направлениям применения бионефти можно отнести следующие: альтернативное топливо; связующее для композитных материалов (добавка в дорожные вяжущие до 20 %, улучшение адгезии вяжущих, стабилизация свойств битума, укрепление грунтов); сырье для производства технического углерода; сырье для дорожного строительства; сырье для химической промышленности.

В связи с этим возникла необходимость разработки и изготовления оборудования (экспериментального стенда) по получению жидких продуктов пиролиза (сложных углеводов).

В качестве исходного сырья для пиролиза могут выступать биомасса, твердые горючие ископаемые, промышленные и бытовые отходы. В результате пиролиза образуется горючий газ, высокоэнергетические жидкие продукты и кокс. Выход того или иного продукта, а также их энергетические и химические свойства зависят как от температуры процесса, так и скорости нагрева вещества и свойств среды, в которой процесс протекает. Несмотря на свои преимущества перед технологиями прямого сжигания и газификации, процесс пиролиза на данный момент является менее изученным.

Ранее сотрудниками Института энергетики проводились научно-исследовательские работы, связанные с получением жидких продуктов путем термохимической конверсии древесины.

Данные, полученные в ходе проводимых работ, использовались при разработке экспериментального стенда для получения жидких продуктов пиролиза.

За основу при разработке стенда принята принципиальная схема, представленная на рис. 1, а.

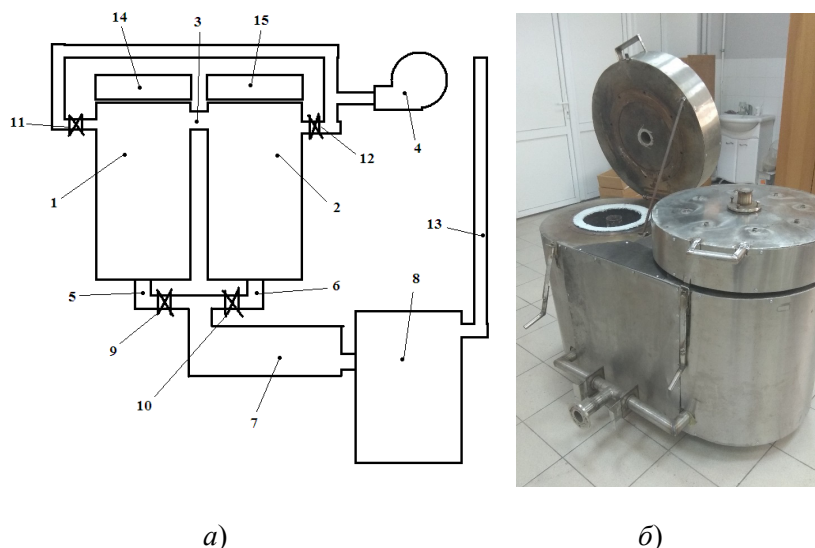


Рис. 1. Принципиальная схема (а) и общий вид (б) экспериментального стенда для получения жидких продуктов пиролиза древесной биомассы

Основными элементами стенда являются два теплоизолированных реактора 1, 2, соединенных между собой каналом 3. К каждому из реакторов имеется подвод воздуха, нагнетаемого воздуходувкой 4. Также реакторы имеют выходы 5, 6 к теплообменнику 7 и баку-накопителю 8.

Для вывода стенда на тепловой режим реактор 1 оснащен электрическим нагревателем. Также в состав стенда входят вентили 9–12, дымовая труба 13, крышки 14, 15 и измерительные приборы для контроля температур внутри реакторов, теплообменника и бака-накопителя.

Принцип работы стенда следующий. Начало работы: реакторы 1 и 2 загружаются сырьем. В качестве сырья планируется использовать сосновую щепу размером фракций 35–55 мм (средняя – 45 мм). После загрузки реакторы герметично закрываются крышками 14 и 15. С помощью электрического нагревателя реактор 1 выводится на необходимый тепловой режим. После прогрева открывается вентиль 11 и в реактор 1 подается воздух через воздуходувку 4, что приведет к возгоранию

находящегося в реакторе сырья. Меняя расход подаваемого воздуха, можно регулировать интенсивность горения сырья в реакторе 1.

Газы, получаемые при горении сырья в реакторе 1, через канал 3 поступают в реактор 2, где они прогревают находящееся там сырье, поддерживая тепловой режим пиролиза. Далее продукты пиролиза (газы и смолы в газообразном состоянии) вместе с газами, поступающими в реактор 2, проходят через конденсатор 7, где смолы конденсируются и стекают в бак-накопитель. Газы выходят через трубу 13.

Расход воздуха, подаваемого в реактор 1, а также размер и влажность сырья подбираются таким образом, чтоб к моменту полного выгорания сырья в реакторе 1 процесс пиролиза в реакторе 2 окончился.

Работа стенда: после того, как в реакторе 1 сырье полностью выгорит, в реакторе 2 уже находится древесный уголь, полученный в результате пиролиза находившегося там сырья. При этом вентиль 11 перекрывается, крышку 14 открываем и в реактор 1 загружаем сырье. Закрываем крышку 14 и подаем воздух в реактор 2. Теперь пиролиз происходит в реакторе 1, а газы, поддерживающие тепловой режим пиролиза, получаются в результате горения угля в реакторе 2. Далее реакторы работают попеременно (пиролиз/горение).

Жидкие продукты, получаемые путем пиролиза, собираются в баке-накопителе.

Общий вид жидких продуктов пиролиза представлен на рис. 2.

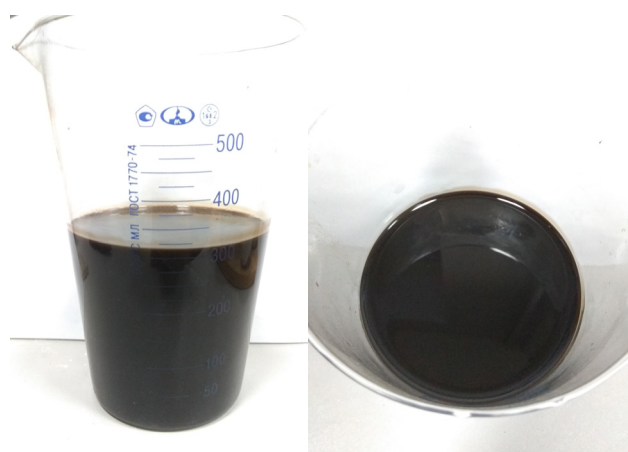


Рис. 2. Внешний вид жидких продуктов пиролиза

Были выполнены измерения плотности смолы. Она составила  $0,9 \text{ г/см}^3$ .

Вязкость определяли на ротационном вискозиметре Brookfield DV2T при температуре  $17,1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Измеренное значение составило  $395 \pm 4 \text{ сП}$ .

Температура вспышки определялась с помощью автоматического аппарата ТВЗ-ЛАБ-11. Она равна  $190 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Теплотворная способность смолы –  $28766,78 \text{ кДж/кг}$  ( $6870,83 \text{ кКал/кг}$ ). Теплотворная способность определялась на калориметре В-08МА«К».