

Д. В. Тунцев, Р. А. Халитов, М. К. Герасимов,  
А. М. Касимов

## УСТАНОВКА ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ ЖИДКОГО ПРОДУКТА КОНТАКТНОГО ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

*Ключевые слова:* древесные отходы, контактный пиролиз, газификация древесного пиротоплива, генераторный газ.

*Дано описание технологической схемы для производства генераторного газа из пиролизной жидкости, разработанной на кафедре «Переработка древесных материалов».*

*Keywords:* wood waste, contact pyrolysis, gasification wood biofuel producer gas.

*The description of technological installation for production of the generator gas from pyrolysis fluid, developed on chair «Processing of wood materials» is given.*

Мировые запасы нефти и газа постоянно уменьшаются, вследствие чего переход к возобновляемым ресурсам является одной из наиболее актуальных проблем экономики и промышленности. Это обстоятельство заставляет искать технологичные возобновляемые и дешевые источники энергии, одним из которых является биомасса древесины. Использование биомассы в качестве топлива и химического сырья в ряде случаев малоэффективно ввиду того, что она рассеяна по территории, имеет малую транспортную плотность и практически не приспособлена к существующей производственной инфраструктуре, ориентированной на потребление ископаемых жидких ресурсов.

Минимизировать негативное влияние перечисленных факторов возможно с помощью предварительной децентрализованной переработки растительной биомассы в промежуточные продукты с более высокой плотностью, которые в дальнейшем могли бы перерабатываться в промышленных центрах с получением традиционных продуктов нефтехимии.

Пирогенетическая переработка является одним из неселективных методов переработки древесной биомассы в твердые, жидкие и газообразные продукты, причем наибольший интерес при вовлечении растительного древесного сырья в существующую нефтехимическую инфраструктуру представляют жидкие продукты.

Одним из развивающихся направлений термохимической переработки органического сырья является метод быстрого пиролиза, позволяющий получать твердые, жидкие и газообразные продукты топливного назначения. Для получения жидких продуктов с высоким выходом наиболее целесообразно использовать процесс быстрого контактного пиролиза. Этот вид пиролиза имеет потенциал для создания реактора с высокой удельной производительностью при малых габаритных размерах и простотой управления процесса.

Теплопередача в процессе контактного пиролиза происходит за счет прямого контакта древесных частиц с нагретой теплопередающей поверхностью реактора.

Контактный пиролиз по сравнению с другими видами быстрого пиролиза имеет две особенности: большую скорость подвода тепла к частице за счет высокого давления, прилагаемого к ней и быстрым

удалением продуктов термического разложения из зоны реакции [1].

Продуктами, полученными в результате быстрого контактного пиролиза отходов деревообрабатывающей промышленности, являются жидкие продукты термического разложения (пиротопливо) и уголь. Пиротопливо является новым продуктом и для него отсутствуют прямые каналы сбыта, но в целом можно выделить два основных возможных направления его использования:

1. В качестве топлива с целью получения тепловой и электрической энергии.
2. В качестве сырья для дальнейшей переработки и технологического использования.

При энергетическом использовании пиротоплива следует отметить способ его прямого сжигания. Имеется опыт использования пиротоплива в котлах. Так же интересны направления переработки пиротоплива методами нефтехимии.

По ряду причин (высокая коксуемость, кислотность, многогранный нестабильный состав, высокое содержание кислорода (30 – 45%)) пиротопливо не может напрямую использоваться в качестве моторного топлива и сырья для многих производств.

В связи с чем ведутся разработки методов переработки пиролизной жидкости в высококалорийный генераторный газ [2].

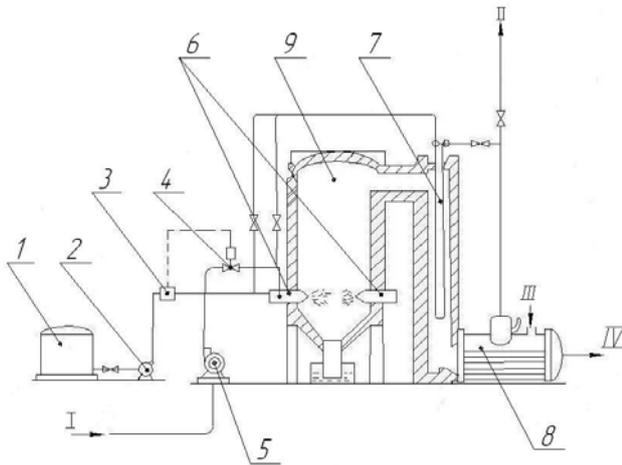
Переработка пиротоплива данным методом позволяет в дальнейшем использовать его на существующих установках для получения электрической энергии.

Необходимым условием для эффективного использования пиролизной жидкости, для получения электроэнергии, является, предварительная подготовка к процессу газификации.

Оптимальная температура предварительного нагрева пиролизной жидкости, составляет 70°C. Данная температура не изменяет химического состава пиролизной жидкости и позволяет достигать наиболее подходящего значения коэффициента кинематической вязкости для процесса газификации.

Для фильтрации пиролизной жидкости, от углистых частиц, применяется нутч – фильтры работающие под вакуумом.

После предварительной подготовки, пиротопливо перекачивается на стадию газификации.



**Рис. 1 – Схема установки парокислородной газификации пиролизной жидкости: I –кислород, II – водяной пар, III – вода, IV –генераторный газ; 1 – расходный резервуар; 2 – насос; 3 – регулятор соотношения; 4 – клапан регулятора; 5 - кислорододувка; 6–форсунки; 7–пароперегреватель; 8 – котел – утилизатор; 9 – печь для газификации пиролизной жидкости**

Сущность метода газификации заключается в следующем. Пиротопливо подвергается газификации, путем неполного сжигания в паровоздушной смеси под давлением при температуре около  $1200^{\circ}\text{C}$ . Количество подаваемого в горелки воздуха при этом составляет 20-40% теоретически необходимого для полного сгорания. В результате жидкое топливо почти целиком превращается в газ. Соотношение горючих (водород, окись углерода) и негорючих (азот, двуокись углерода) компонентов в получаемом газе зависит от температуры, времени пребывания и вида применяемого окислителя [3].

Схема установки парокислородной газификации пиролизной жидкости представлена на рис. 1.

Пиротопливо, из расходного резервуара 1 при помощи насоса 2, нагнетается в форсунки печи 6. Туда же подается кислород, нагнетаемый газодувкой 5. Количество подаваемого на процесс кислорода дозируется автоматическими регуляторами соотношения 3, 4. Водяной пар вырабатывается в теплообменнике 8 и перегревается в пароперегревателе 7 до температуры  $330-350^{\circ}\text{C}$ . Перегрев пара позволяет несколько увеличить выход газа, а, следовательно, повысить к.п.д. печи. Перегретый водяной пар подается перед форсунками для предварительного смешения с кислородом, и непосредственно в форсунки для распыления топлива.

Печь для газификации жидкого топлива 9 парокислородной смесью представляет собой вертикальный цилиндр, футерованный изнутри огнеупорным кирпичом. Для равномерного распределения топливо – парокислородной смеси форсунки в нижнем поясе печи установлены по всему ее периметру. Для форсунок предусмотрено водяное охлаждение, которое может быть выключено или введено в действие в период работы печи без изменения ее режима. Таким образом, включением либо выключением форсунок можно регулировать производительность печи [4].

Физическое тепло газа, выходящего из печи, используется сначала для перегрева пара в пароперегревателе, а затем в теплообменнике для выработки пара низкого давления, используемого в процессе. Далее газ охлаждается в полном скруббере за счет испарения части воды, вводимой в скруббер через форсунки. При этом основная масса получаемой в процессе сажи, выделяется из газа, и отводится с водой из скруббера. Оставшаяся часть сажи удаляется в рукавных фильтрах. Фильтры имеют рубашку, через которую пропускается водяной пар. Так как рукава фильтра постепенно забиваются сажой, они попеременно выключаются на чистку. Сажа, получаемая в фильтрах, может быть утилизирована в качестве побочного продукта.

Для безаварийной и устойчивой работы печи, в которой производится газификация пиролизной жидкости, необходимо поддерживать определенное соотношение системы кислород – топливо. При увеличении содержания кислорода в топливо – парокислородной смеси температура внутри печи повысится, и кладка печи разрушится. Нарастание кислорода в получаемом газе ведет также к образованию взрывчатой смеси.

К достоинствам процесса следует отнести возможность газифицировать тяжелые жидкие топлива, сравнительную простоту установки, легкость ее обслуживания и высокий к.п.д. газификации.

При газификации пиролизной жидкости в генераторный газ могут применяться те же окислители, что и при газификации твердого топлива и конверсии углеводородных газов. Это – водяной пар, паровоздушная смесь (или смесь водяного пара с воздухом обогащенным кислородом) и парокислородная смесь. Выбор для газификации пиролизной жидкости того или иного окислителя определяется не только самим процессом производства, но и характером, и назначением целевого продукта.

По сравнению с газификацией твердых топлив получение генераторного газа из жидкого топлива имеет следующие основные преимущества:

1. К.П.Д. установок при газификации жидких топлив выше, чем при газификации твердых топлив.

2. Процесс газификации жидких топлив может быть полностью автоматизирован, в связи с чем сводится до минимума количество обслуживающего персонала.

3. В случае работы на жидком сырье съем газа с  $1\text{ м}^3$  реакционного пространства значительно выше, чем при работе на твердом топливе.

4. При переработке в газ жидких топлив из схемы процесса исключаются такие сложные и громоздкие узлы, как топливо – подготовка, топливо-подача и золоудаление.

5. Установка по газификации жидких топлив более компактна и на единицу производимого газа требует меньших капиталовложений, чем установка по газификации твердых топлив.

Указанные преимущества делают данный способ производства генераторного газа весьма перспективным. Однако, способ получения генераторного газа путем газификации пиролизной жидкости

на данный момент мало изучен. Вопросам газификации жидких топлив в последние годы уделяется исключительно большое внимание. Это объясняется быстрым ростом потребления газа, необходимостью покрытия пиковых нагрузок и стремлением использовать возобновляемые источники энергии.

### Литература

1. Тунцев, Д.В. Технологическая схема газификации жидкого продукта контактного пиролиза [Текст] / Д.В. Тунцев, Р.Г. Сафин, А.М. Касимов, Р.Г. Хисматов, З.Г. Саттарова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №19. – С.139-142.

2. Тунцев, Д.В. Технологическая схема подготовки пиролизной жидкости к газификации [Текст] / Д.В. Тунцев, Р.Г. Сафин, А.М. Касимов, Р.Г. Хисматов, И.С. Романчева, А.С. Савельев // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. - №21. – С.258 – 260.
3. Тимербаев, Н.Ф. Газификация органических видов топлива [Текст] / Н.Ф. Тимербаев, Р.Г. Сафин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 1. – С. 326-329.
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин, В.Ф. Зазульская, П.В. Погудкин // М. – «Издательство Химическая литература», 1961. – С. 810.

---

© **Д. В. Тунцев** - канд. техн. наук, докторант, доц. каф. переработки древесных материалов КНИТУ, [tuncev\\_d@mail.ru](mailto:tuncev_d@mail.ru);  
**Р. А. Халитов** – д-р техн. наук, проф. каф. оборудования химических заводов КГИТУ, [kasim.91@inbox.ru](mailto:kasim.91@inbox.ru); **М. К. Герасимов** – д-р техн. наук, проф. той же кафедры; **А. М. Касимов** – асп. той же кафедры.