

Н. Ф. Тимербаев, Р. Г. Сафин, Л. М. Исмагилова

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР

Ключевые слова: древесные отходы, диметиловый эфир, газификация, синтез-газ, метанол, катализ, моторное топливо.

В статье рассмотрены способы переработки древесных отходов и приведен обзор состояния РФ по древесным отходам. Дана технологическая схема и описание разработанной технологии переработки древесных отходов в диметиловый эфир.

Keywords: wood waste, dimethyl ether, gasification, synthesis gas, methanol, catalysis, motor fuel.

In the article the methods of processing wood waste and provide an overview of the state of the wood waste on Russian Federation and developed the technology of processing of wood waste dimethyl ether. The flow diagram and description of the technology of processing of wood waste to dimethyl ether is given.

При существующих способах переработки древесного сырья в целом по России полезно используется около половины биомассы дерева, что свидетельствует о неудовлетворительном состоянии отрасли. Основные потери приходятся на древесную зелень (лесосечные отходы), кору (отходы деревообработки), опилки и стружки (отходы лесопиления), на каждый из которых приходится 20-25 % от общей массы. Запасы отходов в стране составляют 65-70% от общей вырубаемой биомассы дерева, которая составляет до 200 млн. м³ ежегодно [1].

В России находится около 50% мировых запасов древесины. Более половины ее ежегодных заготовок направляется на нужды строительства [2].

Анализ потребления древесины показывает, что ее заготовка и переработка сопровождаются огромными потерями. До 50% всей перерабатываемой древесины составляют побочные продукты в виде отходов, большая часть которых сжигается или вывозится в отвал. В настоящее время эффективная утилизация древесных отходов становится более актуальной в свете сохранения природной среды. В то же время любое предприятие отрасли заинтересовано в том, чтобы утилизация древесных отходов из статьи затрат перешла в статью доходов.

Одним из основных направлений утилизации древесных отходов является их использование для получения тепловой и электрической энергии. В последние годы энергетическое использование древесных отходов рассматривается как альтернатива традиционным видам топлива. Это связано с тем, что древесные отходы являются СО₂-нейтральными, имеют низкое содержание серы, относятся к возобновляемым источникам энергии. Все это привело к тому, что технологии получения энергии из древесных отходов в последние годы развиваются и совершенствуются.

К настоящему времени разработаны и реализованы многие схемы переработки различных видов древесных отходов. Традиционным способом утилизации древесных отходов в нашей стране является сжигание с целью получения тепла. Этот способ более-менее оправдывает себя не только с экологической стороны (сжигание древесины более безопасно для окружающей среды, чем нефти и

угля), но и с экономической (Россия имеет огромную территорию с жесткими климатическими условиями).

Есть еще несколько вариантов превратить ненужный мусор в топливо: переработка в древесный уголь, производство брикетов и газификация древесных отходов. В первом случае древесина подвергается пиролизу, т.е. сжигается без доступа кислорода. Произведенный таким образом уголь находит свое применение не только в быту, но и в промышленности (легкой и металлургической). Топливо, получаемое в результате второго варианта, считается более качественным, потому что при изготовлении брикетов в качестве связующего компонента используются смолы. Процесс газификации позволяет получить генераторный газ из древесных отходов, который используется в котлах, печах и других тепловых установках для получения тепловой энергии [3].

Новым направлением в области переработки древесных отходов является производство диметилового эфира, которое в последнее время очень актуально за счет его использования в качестве моторного топлива, позволяющего радикально улучшить качество выхлопа дизельных двигателей с уменьшением выброса вредных компонентов. Так же диметиловый эфир используют, в качестве полупродукта, который легко превращается в бензин, характеризующийся улучшенными экологическими характеристиками и минимальным содержанием нежелательных примесей [4].

Да и с экологической точки зрения диметиловый эфир безопасен для окружающей среды, так как относится к хладагентам, обладающим нулевым значением потенциала озоноразрушения.

На кафедре «Переработки древесных материалов» была разработана технология переработки древесных отходов в диметиловый эфир [5]. Предлагаемая технология, основывающаяся на паровой газификации и одностадийном синтезе диметилового эфира, позволяет решить проблему XXI века, связанную с ограниченными запасами горючих ископаемых, в особенности нефти, а также постепенно ликвидировать запасы древесных отходов путем их

экологически чистой переработки и полной термической утилизации.

На рисунке 1 представлена установка для реализации данной технологии. В данной установке древесные отходы поступают в камеру конвективной сушки 1, предварительно высушенные древесные отходы направляют шнековым транспортером 25 в камеру пиролиза 5, где происходит разложение древесных отходов на уголь и пиролизные газы. Пиролизные газы поступают в топку 20, полученные топочные газы подают в рубашку камеры пиролиза 5, далее топочные газы направляют на сушку древесных отходов в камеру конвективной сушки 1. С помощью дымососа 3, эжектора 4 и задвижки 2 организуется рециркуляция сушильного агента с заданной кратностью. Отработанные топочные газы отводятся в дымовую трубу 6. Древесный уголь из камеры пиролиза 5 шнековым транспортером 24 подается в камеру газогенерации 23, в которой подвергается паровой газификации, за счет прохождения высокотемпературного перегретого пара через слои угля, в результате чего образуется синтез-газ и зола. Полученный синтез-газ, содержащий монооксид углерода – 47-50 об. %, водород – 44-47 об. % и зола – 3-9 об. %, поступают

в циклон 18 и фильтр 7 для очистки от золы и охлаждения, а зола удаляется с помощью шнекового транспортера 22. Очищенный и охлажденный синтез-газ газодувкой 8 накапливают в газгольдере 9. Газ смешивается с потоком непрореагировавшего синтез-газа и сжимается компрессором 10 до давления 5 МПа и направляется в реактор синтеза 11 для каталитической конверсии синтез-газа при температуре 250-300 °С в диметиловый эфир. Выходящий из реактора синтеза диметиловый эфира 11 смесь продуктов, содержит диметиловый эфир, метанол, двуокись углерода и непрореагировавший синтез-газ. Указанную смесь продуктов охлаждают и после дросселирования в устройстве 13 направляют в сепаратор 15, где подвергают разделению на газовую и жидкую фазы. Жидкая фаза, содержащая метанол и воду, поступает в ректификационную колонну 16, где происходит разделение на метанол и воду. Метанол рециркулируют в газгольдер 9, после чего направляют в реактор синтеза диметилового эфира 11. Воду из нижней части ректификационной колонны 16 используют для конденсации диметилового эфира и направляют в нагревательный элемент 19 в топке 20.

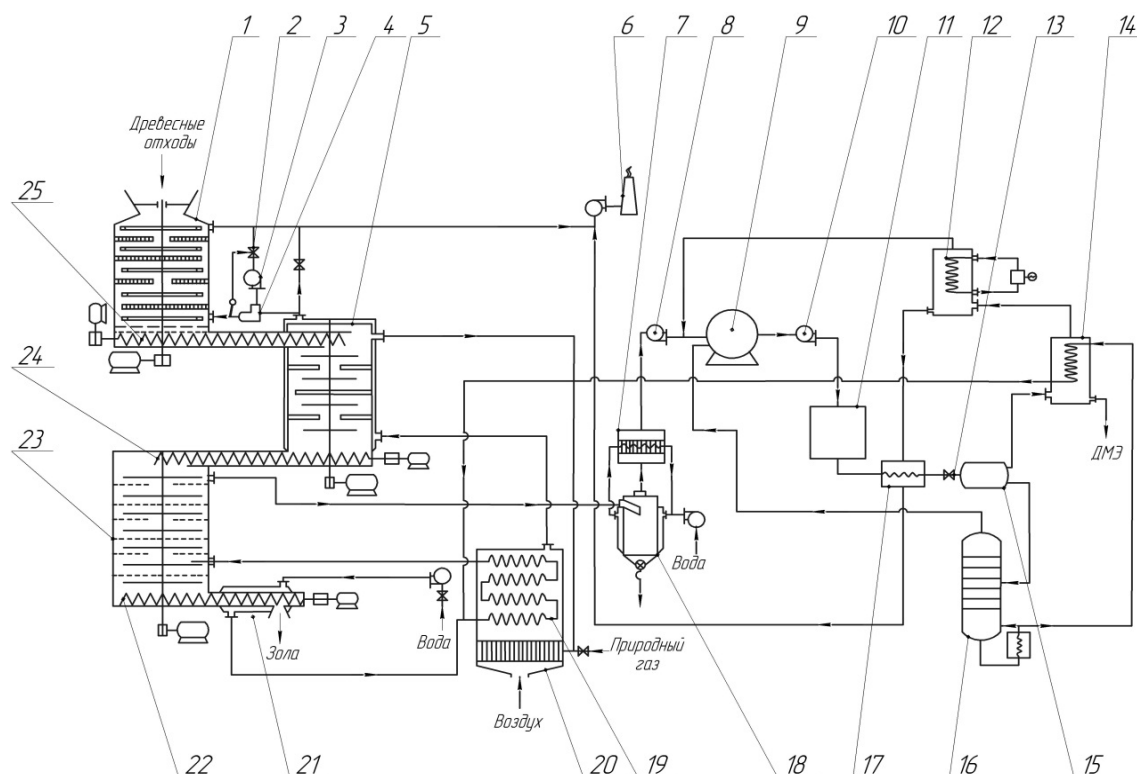


Рис. 1 - Технологическая схема получения диметилового эфира из древесных отходов

Целевой продукт - диметиловый эфир получают конденсацией из газовой фазы в поверхностном конденсаторе 14. Непрореагировавший синтез-газ и двуокись углерода газовой фазы поступает в конденсатор 12, где двуокись углерода за счет обратного охлаждения хладагентом конденсируется и поступает в теплообменник 17 для охлаждения

смеси продуктов, после чего отводится в дымовую трубу 6, а очищенный от двуокиси углерода непрореагировавший синтез-газ рециркулируют в реактор синтеза диметилового эфира 11.

Вода, нагреваемая в рубашке 21 за счет теплообмена с золой, подается в нагревательный элемент 19 в топке 20, где испаряется, превращается

в перегретый пар и подается в камеру газогенерации 23.

Предлагаемый способ позволяет получить диметиловый эфир в процессе безотходного производства с высоким выходом целевого продукта.

Диметиловый эфир – потенциально крупнотоннажный продукт, масштабы потребления которого могут оказаться сопоставимыми масштабами потребления бензина и дизельного топлива.

Предварительные технико-экономические расчеты специалистов показывают, что производство диметилового эфира по цене может быть конкурентоспособным с производством нефтяного дизельного топлива и быть ниже цены дизельного топлива, полученного процессом Фишера-Тропша [6].

Разработанная технология переработки отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки в диметиловый эфир является актуальным, в связи с увеличением потребности в моторном топливе, недорогостоящем, имеющем высокоэффективные экологические показатели и сравнительно высокое качество. Благодаря внедрению данной технологии можно резко сократить количество древесных отходов с максимальной эффективностью.

Данная работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным

направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013» по теме: «Создание технологии и опытной установки комплексной переработки отходов лесной промышленности с получением теплоизоляционного материала», при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Литература

1. Р.А. Степень, С.М. Репях Альтернативные пути рациональной переработки древесных отходов, Wood.ru.
2. Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин *Строительные материалы из отходов промышленности*. Феникс, Ростов-на-Дону, 2007, С. 4-6.
3. Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, З.Г. Саттарова, Т.Х. Галеев Разработка технологии получения моторного топлива из отходов деревообработки. *Вестник Казанского технологического университета*, 11, 205-207 (2012)
4. А.Я. Розовский Диметиловый эфир и бензин из природного газа. *Российский химический журнал*, XLVII, 6, 53-61 (2003)
5. Р.Г. Сафин, Р.Р. Сафин Перспективы развития лесопромышленного комплекса Республики Татарстан на базе научных разработок кафедр лесотехнического профиля КНИТУ *Деревообрабатывающая промышленность*, 3, С. 22-27 (2012).
6. М.М. Караваев, В.Е. Леонов, Е.Г. Попов, Е.Т. Шепелев *Технология синтетического метанола* Химия, Москва, 1984, С. 187-189.

© Н. Ф. Тимербаев - д-р техн. наук, проф. каф. переработки древесных материалов КНИТУ, tnail@rambler.ru; Р. Г. Сафин - д-р техн. наук, проф., зав. каф. переработки древесных материалов КНИТУ, safin_rg@kstu.ru; Л. М. Исмаилова – асп. той же кафедры.