

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Р.Г. Сафин, Р.С. Альмухаметов, А.Х.Х. Альджбури

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68

safin@kstu.ru

Утилизация древесных отходов является актуальной задачей с точки зрения создания альтернативной биоэнергетики, так как в современном мире постоянно повышаются цены на традиционные виды топлива. Существуют разные методы утилизации древесных отходов с получением такого вида топлива, как синтез-газ. Наиболее эффективным методом утилизации является газификация, которая позволяет получать синтез-газ, широко применяемый в химической промышленности. На кафедре переработки древесных материалов КНИТУ разработана установка для получения из древесных отходов синтез-газа, который может применяться в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания

Ключевые слова: древесные отходы, газификация, синтез-газ, газогенератор

Ссылка для цитирования: Сафин Р.Г., Альмухаметов Р.С., Альджбури А.Х.Х. Установка для получения синтез-газа из древесных отходов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 2. С. 61–64. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-2-61-64

Низкий уровень технической оснащённости лесопромышленного комплекса является причиной образования большого количества древесных отходов. Ежегодно на предприятиях лесопромышленного комплекса России образуются миллионы тонн древесных отходов [1, 2]. Термическая переработка путем прямого сжигания с целью получения тепловой энергии считается наиболее простым способом утилизации древесных отходов. Экологические и социальные проблемы, энергетическая безопасность и цены на ископаемое топливо способствуют увеличению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по возобновляемой биоэнергии. Особенно это касается технологии газификации биомассы, которая активно развивается и за последнее десятилетие, стала основой для производства синтез-газа, который может использоваться непосредственно или в качестве первичного сырья в промышленности для синтеза различных веществ [3]. Более сложными, но более эффективными способами переработки древесных отходов считаются методы газификации древесных отходов в жидкое либо газовое состояние с получением продуктов, востребованных химической и другими отраслями промышленности.

Газификация представляет собой высокотемпературный термохимический процесс взаимодействия органической массы с газифицирующими агентами, в результате чего образуются горючие газы. Один из таких продуктов, который можно получить путем прямоточной газификации древесных отходов, — это синтез-газ,

широко применяемый в химической промышленности [4, 5].

Материалы и методы

На кафедре переработки древесных материалов КНИТУ была разработана установка для получения синтез-газа из древесных отходов, схема которой представлена на рис. 1. Для получения синтез-газа в модуле загрузки сырья установлен бункер 1, заполняемый древесными отходами. В качестве древесных отходов берут щепу с фракцией частиц по длине до 35 мм и по толщине до 5 мм (по ГОСТ 15815–83) и из бункера 1 с помощью ленточного конвейера 2 подают в бункер загрузки 3, соединенный непосредственно с газогенератором 4, что обеспечивает дозированную подачу древесной щепы в газогенератор. Включение конвейера и шнека в бункере загрузки проводится оператором вручную.

Процесс газификации в газогенераторе осуществляется и поддерживается за счет подачи газифицирующего агента, в качестве которого применяют кислород, вырабатываемый генератором кислорода адсорбционного типа 16 из воздуха. Внутри газогенератора (в верхней части) установлен датчик температуры Т2, целевая температура — 200°C. В средней части газогенератора установлен датчик температуры Т1. При достижении внутри газогенератора температуры 1050°C датчик посылает сигнал на привод регулирующего клапана 15, который открывается для подачи водяного пара с целью снижения температуры внутри аппарата. При снижении температуры до 1000°C клапан закрывается. На выходном трубопроводе из газогенератора уста-

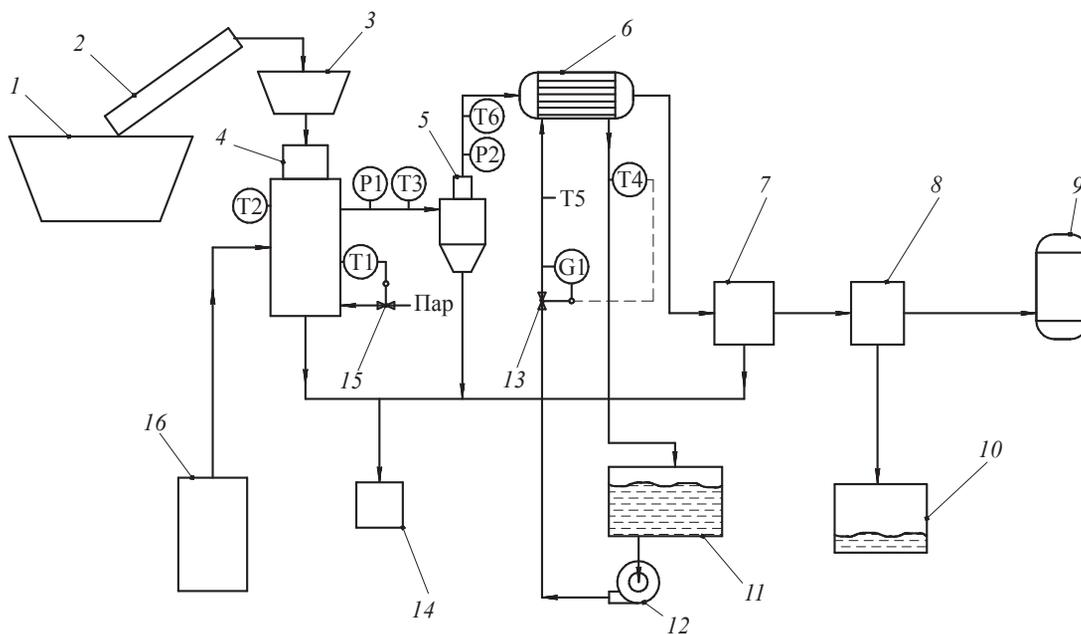


Рис. 1. Установка для получения синтез-газа из древесных отходов
 Fig. 1. Plant for the synthesis of gas from wood waste

новлены датчик температуры T3 и датчик давления P1.

К выходному трубопроводу газогенератора подсоединен цилиндрический циклон 5, который обеспечивает очистку газов от крупных частиц золы и пыли. Выход циклона соединен с рекуперативным кожухотрубным теплообменником 6, который охлаждает генераторный газ с 800 до 80 °С. Охлаждение смеси газов в рекуперативном кожухотрубном теплообменнике осуществляется водой, подаваемой насосом 12 из бассейна 11. Газ поступает в трубное пространство теплообменника, а вода — в межтрубное. Подача воды в теплообменник регулируется клапаном 13, который, в свою очередь, регулируется датчиком температуры T4, стоящим на выходном трубопроводе теплообменника. При температуре газа на выходе из теплообменника 85 °С и выше датчик T4 подает сигнал на привод клапана 13, который плавно меняет положение открытия клапана до тех пор, пока температура газа не понизится до 80 °С. При достижении температуры газа 80 °С и ниже датчик T4 подает сигнал на отключение привода клапана. Для контроля температуры входящей в теплообменник воды установлен показывающий датчик температуры T5. Для контроля давления входящего в теплообменник газа установлен датчик давления P2, а для контроля температуры — датчик T6.

Для более высокой степени очистки газов от мелких частиц установлен фильтр тонкой очистки сухого типа с волокнистыми очистителями

7, позволяющий улавливать частицы размерами до 5 мкм. Образованные в фильтре тонкой очистке, цилиндрическом циклоне и непосредственно в газогенераторе частицы золы поступают в золосборник 14. Далее установлен осушитель холодильного типа 8, осуществляющий конденсацию водяных паров содержащихся в газовом потоке. Сконденсированная влага поступает в отстойник воды 10, а синтез-газ в ресивер 9.

Результаты и обсуждения

Полученный синтез-газ имеет следующие параметры.

Избыточное давление, МПа не более.....	0,5
Состав газа, %:	
CO	29,5 ± 0,5
CH ₄	0,54 ± 0,01
N ₂	1,15 ± 0,01
CO ₂	1,0 ± 0,01
H ₂	67,81 ± 0,5
Плотность газа, кг/м ³	0,47
Соотношение компонентов (H ₂ :CO).....	2,3:1

Процесс газификации древесных отходов весьма сложен. Это обусловлено сложной химической структурой древесных отходов и тем, что под воздействием высокой температуры происходят изменения на молекулярном уровне, которые способствуют образованию новых трудноконтролируемых соединений и углеводородов [6].

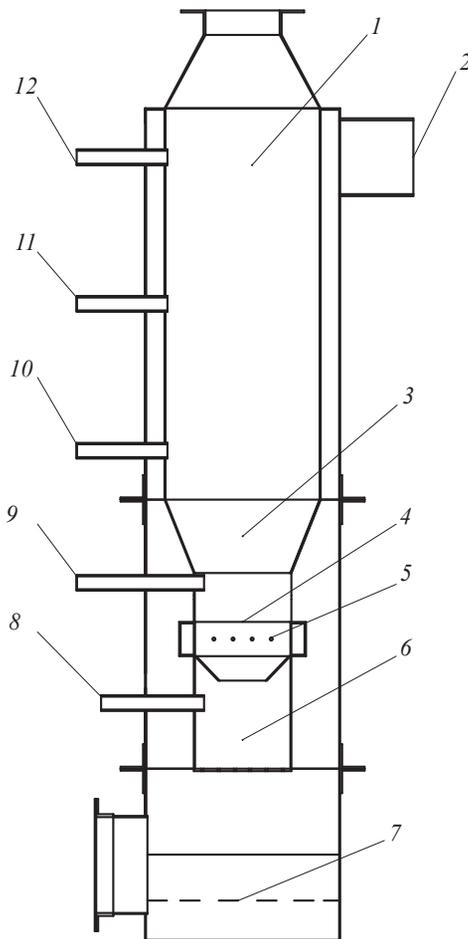


Рис. 2. Газогенератор прямоточного процесса газификации

Fig. 2. A gasifier of the direct-flow gasification process

В данной установке для получения синтез-газа был выбран газогенератор прямоточного процесса газификации (рис. 2.)

Газогенератор разделен на 4 зоны: подсушки, сухой перегонки, горения, восстановления.

Зона подсушки 1 находится в верхней части газогенератора. В этой зоне температура порядка 150...200 °С. Древесные отходы подсушиваются горячим газом.

Зона сухой перегонки 3 расположена в средней части газогенератора. В этой зоне происходит пиролиз древесных отходов при температуре 300...500 °С без доступа воздуха. Из древесины выделяются кислоты, смолы и другие элементы сухой перегонки.

Зона горения 4 находится там, где расположены фурмы 5, через которые поступает окислитель. Здесь при температуре 1100...1300 °С обугленное топливо и элементы сухой перегонки сгорают, в результате чего образуются газы CO и CO₂.

Зона восстановления 6 расположена между колосниковой решеткой 7 и зоной горения. Здесь

газ CO₂ проходит через раскаленный уголь и взаимодействует с углеродом C, в результате на выходе образуется оксид углерода CO. В данном процессе также участвует влага из древесных отходов, поэтому помимо CO образуются водород H₂ и метан CH₄ [7, 8]. Полученный газ отводится через газоотводящий патрубок 2. Весь процесс регулируется датчиками температуры 8–12.

В зонах горения и восстановления происходит активная газификация.

Выводы

Полученный газ состоит из нескольких компонентов. Его состав:

— горючие газы: водород H₂, метан CH₄, оксид углерода CO, и непредельные углеводороды без смол C_nH_m;

— балласт: углекислый газ CO₂, азот N₂, вода H₂O.

Генераторный газ, полученный в процессе газификации древесных отходов, можно использовать в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания для производства электрической энергии [9].

Список литературы

- [1] Гонопольский А.М., Федоров Л.Г., Щепило Л.В. Твердые бытовые отходы как энергетическое топливо // Инженерная защита окружающей среды: сб. докладов междунар. конф., Москва, 2002 г. М.: МГУИЭ, 2002. 244 с.
- [2] Тимербаев Н.Ф. Комплексная энерготехнологическая переработка древесных отходов с применением прямоточной газификации. Казань: КНИТУ, 2011. 252 с.
- [3] Тимербаев Н.Ф., Исаков Т.Д., Сафин Р.Г. Экспериментальная установка для исследования взаимосвязанных процессов термического разложения и выгорания летучих // Матер. науч.-практ. конф. «Проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов», Казань, 2006 г. Казань: КНИТУ, 2006. С. 190–192.
- [4] Грачев А.Н., Башкиров В.Н., Сафин Р.Г. Использование отходов деревообрабатывающих предприятий в качестве дополнительного источника тепловой энергии // Всерос. науч.-практ. конф. «Химико-лесной комплекс — проблемы и решения», Красноярск, 2002 г. Красноярск: СИБГТУ, 2002. Т. 2. С. 286–288.
- [5] Тимербаев Н.Ф., Сафин Р.Г., Саттарова З.Г. Техника и технологии термической переработки отходов деревообрабатывающей промышленности. Казань: КГТУ, 2010. 172 с.
- [6] Головина Е.С. Высокотемпературное горение и газификация углерода. М.: Энергоатомиздат, 1983. 176 с.
- [7] Саламонов А.А. Установки для сжигания и газификации древесных отходов // Промышленная энергетика, 1985. № 2. С. 52–54.
- [8] Сафин Р.Г. Технологические процессы и оборудование деревообрабатывающих производств: учеб. пособие. М.: МГУЛ, 2003. Ч. 2. 500 с.
- [9] Тимербаев Н.Ф., Грачев А.Н., Сафин Р.Г. Исследование процесса горения древесных материалов: метод. указания к лабораторным работам. Казань: КГТУ, 2005. С. 16.

Сведения об авторах

Сафин Рушан Гареевич — д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой переработки древесных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета, e-mail: safin@kstu.ru

Альмухаметов Ринат Саубанович — научный сотрудник кафедры переработки древесных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета, e-mail: rinat.almukhametov@mail.ru

Альджури Ахмед Хуссейн Хассан — научный сотрудник кафедры переработки древесных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета, e-mail: ahmed_hassan_978@yahoo.com

Статья поступила в редакцию 24.01.2017 г.

INSTALLATION FOR PRODUCING SYNTHESIS GAS FROM WOOD WASTE

R.G. Safin, R.S. Almukhametov, A.H.H. Al-Gburi

Kazan National Research Technological University (KNRTU), Karla Marksa st., 68, 420015, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia
safin@kstu.ru

Utilization of wood waste is an urgent problem in terms of the creation of alternative bioenergy as the prices for traditional fuels are continuously rising in the modern world. In this connection, there are different methods of wood waste disposal to obtain such a fuel as synthesis gas. The most effective method of disposal is gasification which provides a synthesis gas, widely used in the chemical industry. At the Department of processing wood materials in KNRTU, the installation to produce synthesis gas from wood waste has been designed. This plant produces syngas which may be used as fuel in the internal combustion engine.

Keywords: wood waste, gasification, synthesis gas, a gasifier.

Suggested citation: Safin R.G., Almukhametov R.S., Al-Gburi A.H.H. *Ustanovka dlya polucheniya sintez-gaza iz drevesnykh otkhodov* [Installation for producing synthesis gas from wood waste]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, vol. 21, no. 2, pp. 61–64. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-2-61-64

Reference

- [1] Gonopol'skiy A.M., Fedorov L.G., Shchepillo L.V. *Tverdye bytovye otkhody kak energeticheskoe toplivo* [Solid domestic waste as energy fuel] Engineering protection of the environment: a collection of reports of an international conference. Moscow: MGUE Publ., 2002. 244 p. (in Russian)
- [2] Timerbaev N.F. *Kompleksnaya energotekhnologicheskaya pererabotka drevesnykh otkhodov s primeneniem pryamotokhnoy gazifikatsii* [Complex energy-technological processing of wood waste with the use of direct-flow gasification]. Kazan: KNITU Publ., 2011. 252 p. (in Russian)
- [3] Timerbaev N.F., Iskhakov T.D., Safin R.G. *Eksperimental'naya ustanovka dlya issledovaniya vzaimosvyazannykh protsessov termicheskogo razlozheniya i vygoraniya letuchikh* [Experimental setup for the investigation of interrelated processes of thermal decomposition and burning out of volatile] Materials of the scientific practical conference "Problems of use and reproduction of forest resources". Kazan.: KNITU 2006. pp. 190-192. (in Russian)
- [4] Grachev A.N., Bashkirov V.N., Safin R.G. *Ispol'zovanie otkhodov derevoobrabatyvayushchikh predpriyatii v kachestve dopolnitel'nogo istochnika teplovooy energii* [The use of waste woodworking enterprises as an additional source of thermal energy] All-Russian Scientific and Practical Conference "Chemical and forest complex - problems and solutions". Krasnoyarsk: SIBSTU, 2002. pp. 286-288. (in Russian)
- [5] Timerbaev N.F., Safin R.G., Sattarova Z.G. *Tekhnika i tekhnologii termicheskoy pererabotki otkhodov derevoobrabatyvayushchey promyshlennosti* [Techniques and technologies of thermal processing of woodworking industry waste]. Kazan: KSTU Publ., 2010. 172 p. (in Russian)
- [6] Golovina E.S. *Vysokotemperaturnoe gorenje i gazifikatsiya ugleroda* [High-temperature combustion and gasification of carbon]. Moscow: Energoatomizdat Publ., 1983. 176 p. (in Russian)
- [7] Salamonov A.A. *Ustanovki dlya szhiganiya i gazifikatsii drevesnykh otkhodov* [Installations for the incineration and gasification of wood waste] *Industrial energy*, 1985, no. 2. pp. 52-54. (in Russian)
- [8] Safin R.G. *Tekhnologicheskie protsessy i oborudovaniya derevoobrabatyvayushchikh proizvodstv* [Technological processes and equipment of woodworking industries]. Moscow: MGUL Publ., 2003. 500 p. (in Russian)
- [9] Timerbaev N.F., Grachev A.N., Safin R.G. *Issledovanie protsessov goreniya drevesnykh materialov* [Investigation of the combustion of wood materials] *Methodical instructions to laboratory works*. Kazan: KSTU Publ., 2005, pp. 16. (in Russian)

Author's information

Safin Rushan Gareevich — Dr. Sci. (Engineering), Professor, Chair of Department Wood Processing of Kazan National Research Technological University, e-mail: safin@kstu.ru

Al'mukhametov Rinat Saubanovich — Undergraduate student at Wood Processing Department of Kazan National Research Technological University, e-mail: rinat.almukhametov@mail.ru

Al'dzhburi Akhmed Khusseyin Khassan — Undergraduate student at Wood Processing Department of Kazan National Research Technological University, e-mail: ahmed_hassan_978@yahoo.com

Received 24.01.2017