

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 674.8

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Н.Ф. Тимербаев¹, Д.В. Тунцев², М.Р. Хайруллина²,
С.В. Китаев²

¹Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия
сpekgeu@gmail.com

²Казанский национальный исследовательский технологический университет, г.
Казань, Россия
tuncev_d@mail.ru, khayrullina_mila@mail.ru, kitaev-sv@gmt-gazprom.ru

Резюме: Дано описание технологии и оборудования для электроэнергетического использования отходов лесоперерабатывающих и деревоперерабатывающих предприятий.

Ключевые слова: отходы лесозаготовки, переработка, пиролизная жидкость, газификация древесного пироотлива, генераторный газ.

TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF ELECTRICITY FROM WOOD WASTE

N.F. Timerbaev¹, D.V. Tuntsev², M.R. Khairullina²,
S.V. Kitaev²

¹Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia
сpekgeu@gmail.com

²Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
tuncev_d@mail.ru, khayrullina_mila@mail.ru, kitaev-sv@gmt-gazprom.ru

Abstract: The description of the technology and equipment to produce electricity from waste wood processing enterprises.

Keywords: waste wood complex, recycling, liquid pyrolysis, gasification wood biofuel, producer gas.

Введение

Российская Федерация – государство с большим запасом лесных ресурсов. Леса России занимают около 70% территории ее суши и являются важным стабилизирующим

природным комплексом страны. Российская Федерация является лидером по площади лесов – 809090 тыс. га, или 20,1% общей площади лесов мира [1].

Лесные ресурсы РФ представлены тремя видами основных лесообразующих пород: хвойные (сосна, кедр, ель, пихта, лиственница) – 68,2%; мягколиственные (береза, осина, липа, тополь, ива, ольха) – 19,6%; твердолиственные (береза каменная, дуб, бук, ясень, клен, вяз и другие ильмовые, граб, акация белая, саксаул) – 2,4% [2].

Доля продукции лесопромышленного комплекса (ЛПК) в валовом национальном продукте Российской Федерации не превышает 5% [3]. Одной из первостепенных задач экономического развития лесного сектора России является повышение эффективности и конкурентоспособности деревоперерабатывающих предприятий на основе применения инновационных технологий, а также разработкой и внедрением эффективных методов утилизации отходов лесопиления, деревообработки и химической переработки, которые в настоящее время в основном перерабатываются не эффективным методом сжигания в энергетических целях [1].

Проблема использования отходов лесозаготовок может считаться решенной при условии получения из них полезных продуктов переработки, необходимых для народного хозяйства [4].

Перспективными и более эффективными считаются процессы термохимической конверсии древесных отходов в жидкие и газообразные продукты, необходимые для химических и других отраслей промышленности [5].

На рис. 1 показана принципиальная схема установки электроэнергетического использования древесных отходов. Данная энергетическая установка непрерывного действия устанавливается непосредственно на лесоперерабатывающих и деревоперерабатывающих предприятиях [6]. Внедрение промышленной установки по переработке отходов лесного комплекса в производственный цикл позволяет решить следующие задачи:

- утилизировать древесные отходы в зонах производства и улучшить экологическую обстановку [7];
- получить дополнительные энергетические ресурсы на основе возобновляемого сырья [8].

Принцип работы установки заключается в следующем: древесные отходы I, прошедшие соответствующую подготовку (очищенные от посторонних предметов, измельченные), загружают в сушильный бункер 1, в котором осуществляют конвективную сушку сырья разбавленным топочным газом при температуре 160–200°C до влажности сырья 10%, затем с помощью дозатора 2 и шнекового питателя 3 подают в реактор пиролиза барабанного типа 4, где ведут термическое разложение древесины при температуре 450–520°C и давлении 500 – 1000 Па с образованием парогазовой смеси и угля.

Уголь собирают в приемнике 5, затем его направляют в топку 6. Полученные топочные газы используют для нагревания реактора пиролиза 4 и газификатора 18. После этого их смешивают с воздухом до температуры 160–200°C при помощи вентилятора 7, пропускают через сушильный бункер 1 и, обеспечив сушку сырья, выбрасывают в атмосферу через дымовую трубу 23. Парогазовую смесь II направляют в конденсатор, состоящий из распылительной колонны 8 и насадочной колонны 9. После конденсации охлажденной пиролизной жидкостью, подаваемой насосом 11, при температуре 30–40°C, отделяют жидкий продукт IV, который собирают в приемной ванне 10, а затем подают в резервуар 12 для дальнейшего использования. Несконденсированный пиролизный газ направляют на очистку в рукавных фильтрах 21. Жидкий продукт из резервуара 12 через фильтры 13, при помощи насоса 24 нагнетают в форсунку газификатора 16. Жидкий продукт пиролиза газифицируют при температуре 1000–1200°C, и давлении 100 – 300 кПа в присутствии кислорода в количестве 25–40 мас.% [9, 10]. Для осуществления процесса

газификации подают кислород в газификатор 18 из баллонов 14. Количество кислорода подаваемого на процесс газификации, дозируют автоматическими регуляторами соотношения 15, 17. Полученный генераторный газ V, имеющий температуру 1000–1200°C, направляют в теплообменник 19 для охлаждения. Нагретую в теплообменнике 19 воду используют для предварительного нагрева пиролизной жидкости в резервуаре 12 до температуры 60–70°C. Последующее охлаждение генераторного газа осуществляют в полном скруббере 20. Очистку генераторного газа ведут в рукавных фильтрах 21. После очистки генераторный газ и несконденсированный пиролизный газ подают в генератор электрической энергии 22.

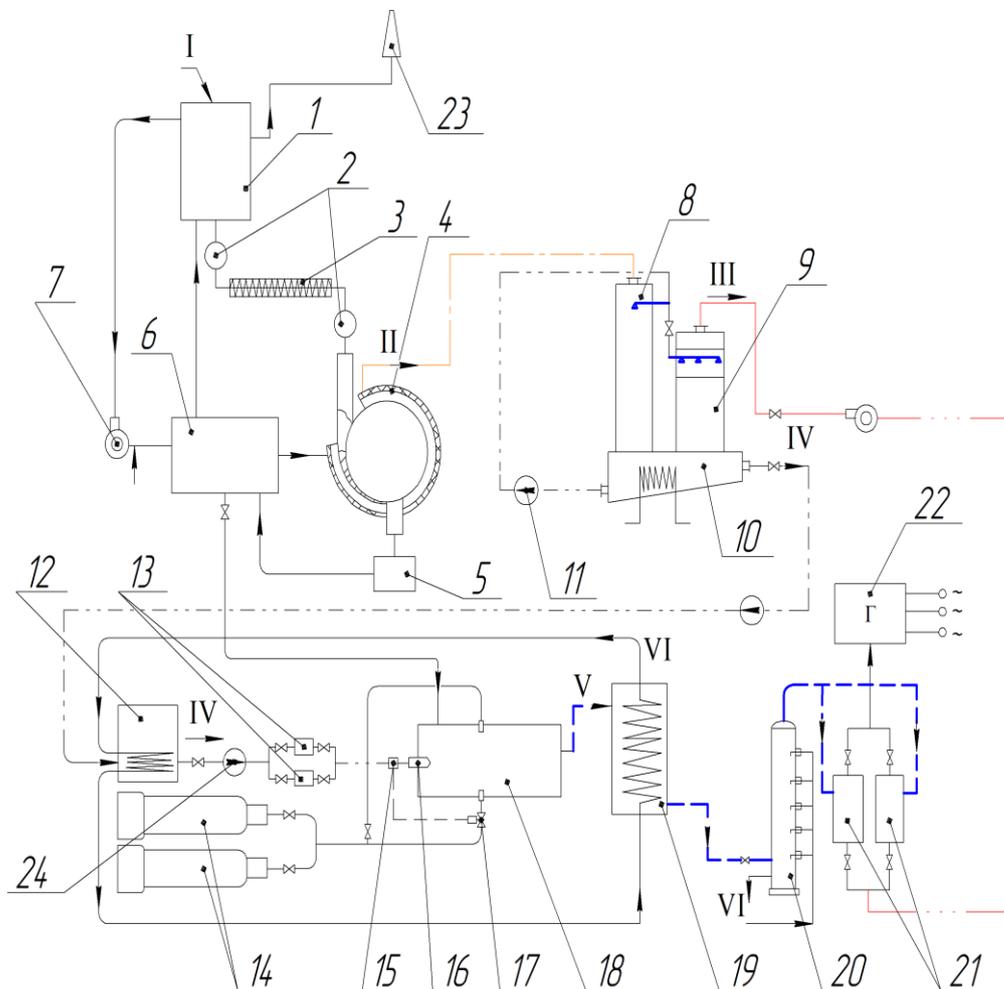


Рис. 1. Принципиальная схема установки электроэнергетического использования древесных отходов:

- 1 – сушильный бункер; 2 – дозатор; 3 – шнековый питатель; 4 – реактор пиролиза;
 5 – приемник; 6 – топка; 7 – вентилятор; 8 – распылительная колонна; 9 – насадочная колонна;
 10 – приемная ванна; 11 – насос; 12 – резервуар; 13 – фильтр; 14 – кислородный баллон; 15, 17 –
 регуляторы соотношения; 16 – форсунка; 18 – газификатор; 19 – теплообменник; 20 – скруббер; 21 –
 рукавные фильтры; 22 – генератор электрической энергии; 23 – дымовая труба

В табл. 1 приведены основные технические характеристики установки термической переработки отходов лесного комплекса.

Таблица 1
Технические характеристики установки двухэтапной термической переработки отходов лесного комплекса

№	Наименование характеристики	Значение	Ед. измерения
1	Производительность установки		кг/час (кг/год)
	* по исходному сырью	200	кг/час
	* по бионефти	130	кг/час
	по электрической энергии	100	кВт час
2	Продолжительность работы установки	24	ч/сутки
3	Сырьё – древесная щепа размером, не более	10	мм
4	Исходная абсолютная влажность сырья, не более	60	%
5	Потребляемая электрическая мощность	10	кВт
6	Напряжение	380	В
7	Максимальная температура в камере пиролиза	580	°С
8	Максимальная температура газификатора	1200	°С

Выводы

Установка термической переработки отходов лесного комплекса позволяет создать более эффективный способ переработки отходов лесного комплекса для выработки электрической энергии при использовании жидких и газообразных продуктов термического разложения, на реализацию которого затрачивается лишь 15% от количества получаемой электрической энергии, и дает возможность 85% энергии использовать для нужд народного хозяйства [6].

Таким образом, функционирование промышленной установки по двухэтапной термической переработке отходов лесного комплекса в часы работы предприятия позволяет снизить потребность в энергии от внешнего поставщика и сократить суточные колебания нагрузки в системе передачи электроэнергии потребителям. При этом снижается необходимость в разработке и строительстве специальных заводов для утилизации отходов лесного хозяйства.

Литература

1. Тунцев Д.В., Сафин Р.Г., Касимов А.М., Хайруллина Э.К., Мусин Х.Г., Савельев А.С. Промышленная установка двухэтапной термической переработки отходов лесного комплекса // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18, № 15. С. 132–134.
2. Доклад о состоянии и использовании лесов Российской Федерации за 2015 г. // Министерство природных ресурсов и экологии России. URL: <http://www.mnr.gov.ru>.
3. Зайцева Х.И., Зиновьева И.С. Роль и значение лесного комплекса в экономике РФ // VI Международная студенческая электронная научная конференция "Студенческий научный форум 2014". URL: <https://www.scienceforum.ru/2014/407/306>.
4. Садрtdинов А.Р., Исмагилова Л.М. Разработка опытно-промышленного образца установки по утилизации древесных отходов с получением диметилового эфира // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18, № 9. С.94–100.

5. Садртдинов А.Р., Хуснуллин И.И., Саттарова З.Г. Получение древесного угля и жидких продуктов пиролиза // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 1. С. 004–006
6. Касимов А.М., Тунцев Д.В., Хисматов Р.Г., Хайруллина Э.К., Романчева И.С., Савельев А.С. Промышленная установка для электроэнергетического использования отходов лесозаготовок // Вестник Югорского государственного университета. 2015. № S2(37). С. 102–104.
7. Сафин Р.Г. Пирогенетическая переработка древесных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, №9. С. 88–92.
8. Chiaramonti D., Oasmaa A., Solantausta Y. Power generation using fast pyrolysis liquids from biomass // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2007. Vol. 11. Is. 6. P. 1056-1086.
9. Sadrtidinov A.R., Sattarova Z.G., Prosvirnikov D.B., Tuntsev D.V. Modeling of thermal treatment of wood waste in the gasifiers // Proceedings of 2015 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2015. 2015. P. 7414914.
10. Ефимов Н.Н., Федорова Н.В., Миргородский А.И., Коломийцева А.М. Газификация органических топлив и биомасс // Успехи современного естествознания. 2007. №1. С. 15–21.

Авторы публикации

Тимербаев Наиль Фарирович – д-р. техн. наук, профессор кафедры «Инженерная экология и рациональное природопользование» (ИЭР) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). E-mail: cpekgeu@gmail.com

Тунцев Денис Владимирович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Переработка древесных материалов» (ПДМ) Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ).

Хайруллина Милауша Рашиатовна – аспирант кафедры «Переработка древесных материалов» (ПДМ) Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ).

Китаев Сергей Васильевич – аспирант кафедры «Переработка древесных материалов» (ПДМ) Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ).

Reference

1. Tuntsev D.V., Safin R.G., Kasimov A.M., Khairullina E.K., Musin Kh.G., Savelyev A.S. Industrial plant two-stage thermal processing of waste of forest complex // Bulletin of Kazan Technological University. 2015. Vol. 18. № 15. Pp. 132-134.
2. A report on the status and use of forests of the Russian Federation for 2015 // Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation. URL: <http://www.mnr.gov.ru>.
3. Zaitsev Kh.I., Zinoviev I.S. The role and importance of forest complex in the Russian economy // The VI International student electronic scientific conference "Student science forum 2014". URL: <https://www.scienceforum.ru/2014/407/306>.
4. Sadrtidinov A.R., Esmagilova L.M. Development of experimental-industrial model plant for disposal of wood waste to produce dimethyl ether // Bulletin of Kazan Technological University. 2015. Vol. 18. № 9. pp. 94-100.
5. Sadrtidinov A.R., Khusnullin I.I., Sattarova Z.G. The charcoal and liquid products of pyrolysis obtaining // Woodworking industry. 2012. № 1. С. 004-006.
6. Kasimov A.M., Tuntsev D.V., Khismatov R.G., Khairullina E.K., Romancheva I.S., Saveliev A.S. The industrial unit for the electricity use of logging wastes // Bulletin of Yugra State University. 2015. № S2(37). S. 102-104.

7. Safin R.G. Pyrogenetic processing of wood materials // Bulletin of Kazan Technological University. 2014. T. 17. № 9. С. 88-92.

8. Chiamonti D., Oasmaa A., Solantausta Y. Power generation using fast pyrolysis liquids from biomass // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2007. Vol. 11. Is. 6. P. 1056-1086.

9. Sadrtidinov A.R., Sattarova Z.G., Prosvirnikov D.B., Tuntsev D.V. Modeling of thermal treatment of wood waste in the gasifiers // Proceedings of 2015 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2015. 2015. pp. 741-914.

10. Efimov N.N., Fedorova N.V., Mirgorodsky A.I., Kolomijtseva A.M. The gasification of the organic fuels and bioweights // Advances in current natural sciences. 2007. No. 1. S. 15-21.

Authors of the publication

Timerbaev N.F. - doct. sci. (techn.), professor at the Department of Engineering ecology and rational nature management, Kazan state power engineering university. E-mail: cpekgeu@gmail.com

Tuntsev D.V. - cand. sci. (techn.), associate professor at the Department of Wood processing, Kazan National Research Technological University.

Khayrullina M.R. - PhD student at the Department of Wood processing, Kazan National Research Technological University.

Kitaev S.V. - PhD student at the Department of Wood processing, Kazan National Research Technological University.

Поступила в редакцию

01 февраля 2016 г.