

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БИОМАССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОТОПЛИВА

**Р.Л. Исьемин, С.Н. Кузьмин, В.В. Коняхин, А.В. Михалев,
О.Ю. Милованов, Д.В. Климов, М. Агрониотис,
Н. Николопоулос**

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов; Clean Energy Ltd, Греция*

Рецензент канд. техн. наук, профессор В.И. Ляшков

Ключевые слова и фразы: биотопливо; термическая обработка; транспортные затраты; эмиссия парниковых газов.

Аннотация: Рассмотрены экологические и экономические аспекты процесса предварительной термической обработки биомассы для получения биотоплива с улучшенными характеристиками. Показано, что в результате отжига биомассы повышается ее объемное теплосодержание, а также выбросы парниковых газов при ее транспортировке. Биомассу экономически оправдано подвергать термической обработке при последующей ее транспортировке на расстояния более 250 км.

В России и мире растет интерес к использованию местных и возобновляемых источников энергии, обусловленный постоянным ростом цен на ископаемое топливо и ужесточением экологических требований. Россия имеет значительные ресурсы биомассы, которые могут быть использованы взамен ископаемого топлива. К примеру, по нашим оценкам, без ущерба для земледелия и животноводства, может быть ежегодно использовано свыше 24 млн тонн соломы и других отходов растениеводства. В исходном состоянии эти биоресурсы имеют низкую насыпную плотность, их экономически невыгодно перевозить на расстояния, удаленные более чем на 50 км от места образования отходов, для их хранения требуется выделение специально оборудованных в противопожарном отношении площадей. Эти отходы растениеводства могут быть переработаны в брикеты и

Исьемин Рафаил Львович – руководитель Российско-шведского биоцентра; Кузьмин Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент, директор института дистанционного образования, e-mail: admin@ido.tstu.ru; Коняхин Валентин Васильевич – инженер института дистанционного образования; Михалев Александр Валерьевич – кандидат технических наук, заместитель директора института дистанционного образования; Милованов Олег Юрьевич – аспирант, младший научный сотрудник кафедры «Гидравлика и теплотехника»; Климов Дмитрий Владимирович – магистр кафедры «Гидравлика и теплотехника», младший научный сотрудник научно-исследовательского сектора, ТамбГТУ, г. Тамбов; Агрониотис Майкл – генеральный директор; Николопоулос Никос – доктор технических наук, ведущий исследователь, Clean Energy Ltd, Греция.

гранулы, что позволит повысить их насыпную плотность до насыпной плотности бурого угля и сделает экономически оправданной транспортировку на значительные расстояния. Произведенные из отходов растениеводства гранулы (пеллеты) можно также экспортировать в страны Европы.

Для повышения конкурентоспособности пеллет и сокращения затрат на их транспортирование, а также потерь этого топлива при хранении, необходимо повысить их объемное теплосодержание и влагостойкость. Кроме того, при экспорте в европейские страны необходимо обеспечить при производстве пеллет и их транспортировке снижение выбросов парниковых газов.

Такие свойства имеют пеллеты, изготовленные из сырья, прошедшего предварительную термическую обработку (отжиг) при температуре ~ 300 °С в отсутствие окислителя. При термообработке пеллет резко снижается содержание влаги, кислорода, некоторых слабодерящих смол, что повышает объемное теплосодержание такого биотоплива. Поры в пеллетах закрываются расплавленной смолой, разрушаются некоторые химические связи, в результате чего пеллеты становятся влагостойкими и гидрофобными.

Авторами в рамках государственного контракта с Министерством образования и науки РФ разработан технический проект производства гранул из соломы и другой биомассы, подвергнутой отжигу. В 2013 г. будет создана на ОАО «Продмаш» (г. Ростов-на-Дону) опытная установка, производящая не менее 1 т/ч таких пеллет. В настоящее время идет монтаж основных узлов этой установки. Технологическая схема разработанной установки приведена на рис. 1.

В таблице приведены сравнительные характеристики пеллет, полученных в ходе экспериментов на макете вновь разработанного реактора для отжига биомассы, с обычными пеллетами. Характеристики обычных древесных пеллет приведены по данным [1, 2]. По этим же данным стоимость 1 ГДж тепловой энергии, произведенной из отожженных пеллет, должна составлять 4,99 евро, тогда как из обычных пеллет она составляет 6,61 евро.

Были проведены расчеты логистических затрат и уровня выбросов парниковых газов при поставке этого нового вида биотоплива в сравнении с другими видами биотоплива (рис. 2).

Как видно из рис. 2, затраты на транспортировку отожженных пеллет особенно заметно снижаются в сравнении с подобными затратами соломенных тюков, отходов лесосеки и обычных пеллет, если расстояние от места производства биотоплива до места его использования превышает 250...280 км. Выбросы же парниковых газов наиболее значительно снижаются при транспортировке этого нового вида биотоплива в сравнении с известными биоресурсами на расстояние более 350 км. Это означает, что наиболее эффективными областями применения нового вида биотоплива является его экспорт в страны Западной и Южной Европы, а также поставки из регионов с высокоразвитым растениеводством (Краснодарский, Ставропольский края, центральные и южные районы Ростовской области, Воронежской и других областей России) в регионы с высоким уровнем использования ископаемого топлива в местной энергетике и не обладающими собственными запасами биомассы (восточные районы Ростовской области, Калмыкия, Московская, Калужская и другие области России).

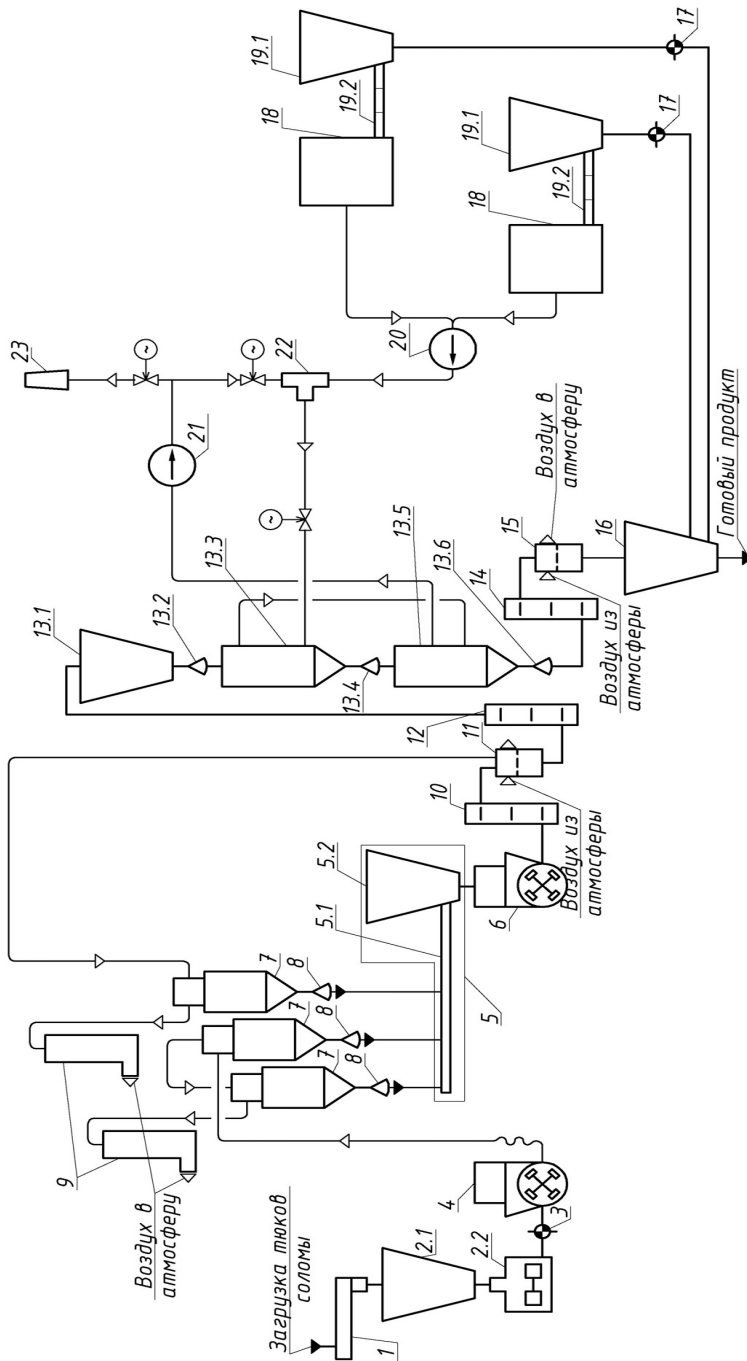


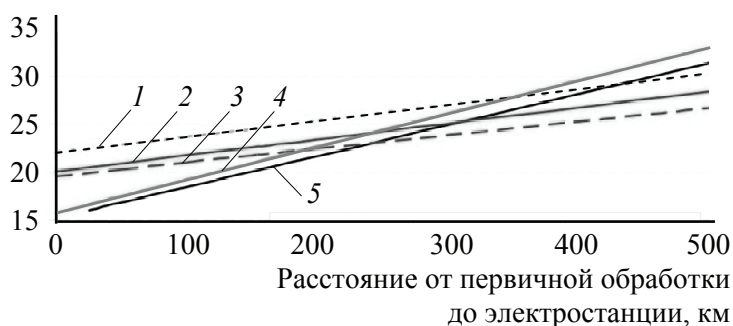
Рис. 1. Технологическая схема производства ороженных гранул:

1 – ленточный транспортер; 2.1 – приемный бункер измельчителя; 2.2 – измельчитель; 3, 17 – шнек; 4 – дробилка; 5.1 – приемный рукав бункера гранулятора; 5.2 – бункер гранулятора; 6 – гранулятор; 7 – циклон; 8 – секторный затвор; 9 – батарейный эконофилтр; 10, 12, 14 – нория; 11, 15 – охлаждающая колонка; 13.1 – приемный бункер сушилки; 13.2, 13.4, 13.6 – дозатор; 13.3 – сушилка; 13.5 – реактор; 16 – бункер готового продукта; 18 – теплогенератор; 19.1 – топливный бункер; 19.2 – шнек тепловодоподачи гибкий; 20 – дымосос теплогенераторов; 21 – дымосос реактора; 22 – смеситель; 23 – дымовая труба

**Характеристика пеллет, полученных из отожженной биомассы,
в сравнении с обычными пеллетами**

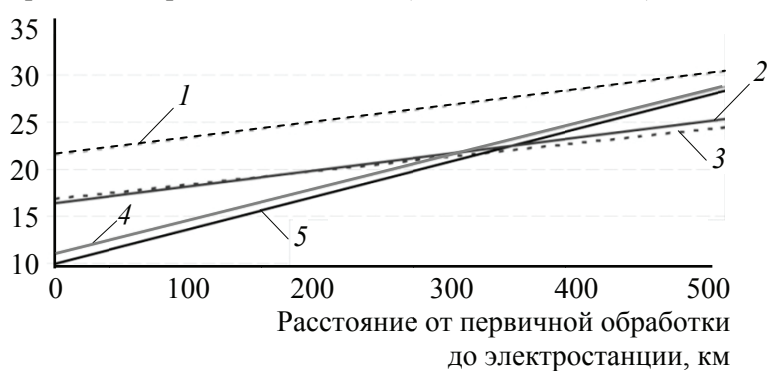
Характеристика	Обычные древесные пеллеты		Пеллеты, полученные из отожженной биомассы	
	Нижний предел	Верхний предел	Нижний предел	Верхний предел
Влажность, %	10	7	5	1
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	15,6	16,2	19,9	21,6
Насыпная плотность, кг/м ³	500	650	750	850
Энергетическая плотность, ГДж/м ³	7,8	10,5	14,9	18,4
Прочность пеллет	–	Хорошая	Очень хорошая	
Содержание пыли	–	Незначительное		

Затраты на поставку, евро/(МВт·ч)



а)

Уровень выбросов CO₂, кг CO₂/(МВт·ч биотоплива)



б)

Рис. 2. Изменение затрат на доставку (а) различных видов биомассы и выбросов двуокиси углерода при этом (б):

1 – обычные пеллеты; 2 – отожженные соломенные пеллеты;
3 – отожженные древесные пеллеты; 4 – отходы лесосеки;
5 – соломенные тюки

Работа выполнена в рамках государственного контракта № 16.526.11.6010 «Разработка технологии предварительной термической обработки древесных и растительных отходов для получения биотоплива, обладающего улучшенными технико-экономическими характеристиками».

Список литературы

1. Peng J. A Study of Torrefaction for the Production of High Quality Wood Pellets / J. Peng // Published at 14th European Biomass Conference & Exhibition, Paris, France, 17–21 October 2005.
2. Bergman P.C.A. Combined Torrefaction and Pelletisation. The TOP process // Report on ECN Project Number is 7.5224 and the Corresponding Senter Novem Project Number is 2020-02-12-14-013.

Environmental and Economic Aspects of Preliminary Heat Treatment of Biomass in Biofuel Production

R.L. Isemin, S.N. Kuzmin, V.V. Konyakhin, A.V. Mikhalev, O.Yu. Milovanov, D.V. Klimov, M. Agraniotis, N. Nikolopoulos

*Tambov State Technical University, Tambov;
Clean Energy Ltd, Greece*

Key words and phrases: biofuels; greenhouse gas emissions; heat treatment; transport costs.

Abstract: The paper explores ecological and economic aspects of biomass pre-thermal processing for biofuels with improved performance. It is shown that annealing of the biomass increases its volumetric heat content, as well as greenhouse gas emissions during transportation. It is economically feasible to subject biomass to thermal treatment at its subsequent transportation to a distance of 250 km.

© Р.Л. Исьемин, С.Н. Кузьмин, В.В. Коняхин,
А.В. Михалев, О.Ю. Милованов, Д.В. Климов,
М. Агрониотис, Н. Николопоулос, 2012