

Перспективы применения твердых топлив из биомассы

08, август 2011

авторы: Куфтов А. Ф., Кузьмина Ю. С.

УДК 620.925

МГТУ им. Н.Э. Баумана

kuftov_a@mail.ru

yuli_kuzmina@mail.ru

Топливо дорожает, его становится все меньше и меньше и по разным прогнозам через 50-100 лет его не станет вообще. Безудержная эксплуатация природных ресурсов привела к нарушению экологического баланса. За счет сжигания угля, газа и мазута мы получаем около 80 % энергии. Ежедневно промышленные предприятия и тепловые электростанции выбрасывают в атмосферу тонны углеродистых соединений. Сегодня будущее экономики за ресурсосберегающими и энерго-эффективными технологиями, в первую очередь – альтернативных видов топлив, например, из биомассы.

Биотопливо – возобновляемый энергетический ресурс, производимый из биомассы растительного и животного происхождения.

К биомассе относятся все органические вещества растительного и животного происхождения, рассматриваемые как постоянно возобновляемый источник топлива.

Первичная биомасса – растения, животные и микроорганизмы.

Вторичная биомасса – отходы при переработке первичной биомассы и продукты жизнедеятельности животных и человека.

Биомасса только суши земли составляет примерно 1800 млрд. тонн в пересчете на сухое вещество, из нее леса составляют 68 %, травянистая экосистема 15 %, возделываемые земли – 8 %. Энергетический эквивалент биомассы суши составляет 3×10^{22} Дж, что соответствует разведанным традиционным запасам ископаемых топлив. Потенциальные ресурсы растительной массы для энергетического использования составляют 100 млрд. тонн условного топлива (т. у. т.)

В настоящее время для энергетических целей используется до 1 млрд. т. у. т. растительной массы, что эквивалентно 25 % мировой добычи нефти. В странах экваториального пояса доля биомассы в энергобалансе страны составляет 35 %, в мировом потреблении – 12 %, в России – 3 %. По прогнозам к 2040 г. общее потребление энергии в мире составит 13,5 млрд. тонн нефтяного эквивалента (т. н. э.) (100 %), вклад всех

возобновляемых источников энергии – 6,44 млрд. т. н. э. (47,7 %), вклад биомассы – 3,21 млрд. т. н. э. (23,8 %).

Ресурсы биомассы по России распределены крайне неравномерно, причем основные ее запасы сосредоточены в северных и восточных регионах с наименьшей плотностью населения и, соответственно, с меньшей потребностью в тепловой энергии, чем центральные и южные регионы. Однако, именно последние имеют наибольшие ресурсы соломы, которую можно использовать для выработки тепловой энергии. На рисунке 1 представлена диаграмма распределения потенциала биомассы для южных и центральных регионов России. Из этой диаграммы следует, что наиболее значительными из всех видов биомассы являются запасы соломы и именно ее следует в первую очередь рассматривать как энергоресурс для коммунальной и промышленной энергетики.

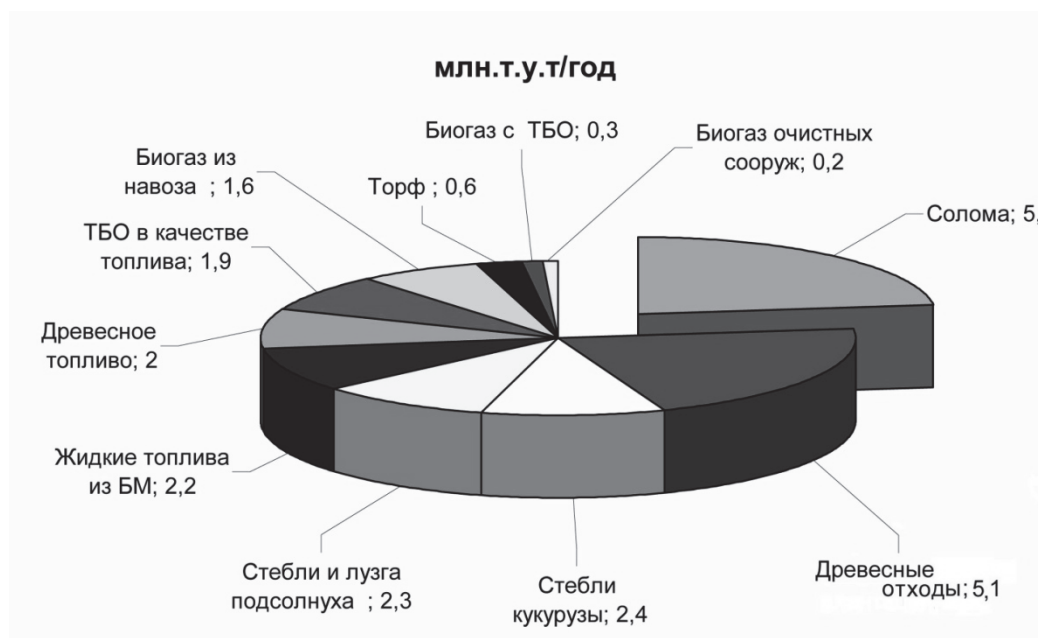


Рис. 1. Распределение потенциала биомассы по составляющим в России.

Из биомассы можно получить твердое (механическая переработка), а также жидкое и газообразное (путём термохимического и биотехнологического воздействия) топлива. Наиболее простым и экономичным способом является получение твердого топлива – пеллет.

Пеллеты получают из древесины, отходов деревоперерабатывающих и сельскохозяйственных отраслей и других видов биомассы. Они представляют собой высушенное и спрессованное сырьё в форме цилиндров диаметром 6, 8, 10 мм и длиной 5-40 мм.

Постоянно растущая популярность гранулированного биотоплива во всем мире обусловлена рядом несомненных преимуществ по сравнению с исходным сырьем:

- уменьшение объема складов на 50 % за счет большего насыпного веса;
- снижение затрат на транспортирование;
- горение в топке котла происходит более эффективно, чем при сжигании исходного сырья;

- подача топлива в горелку может быть легко автоматизирована;
- горелки для гранул легко устанавливаются на котлы взамен отработавших горелок для жидкого топлива, с сохранением высокого уровня автоматизации.

Технология производства гранул включает ряд операций, которые можно разделить на три основных стадии:

- предварительная подготовка сырья;
- получение гранул;
- операции с готовыми гранулами

Исходные материалы для производства гранул существенно различаются по размерам частиц, насыпному и удельному весу, влажности, прочности частиц материала, химическому составу сырья. Поэтому для каждого сырья разрабатывается своя технологическая схема, которая может как упрощаться, так и усложняться.

Обобщенная технологическая схема получения гранул показана на рисунке 2.

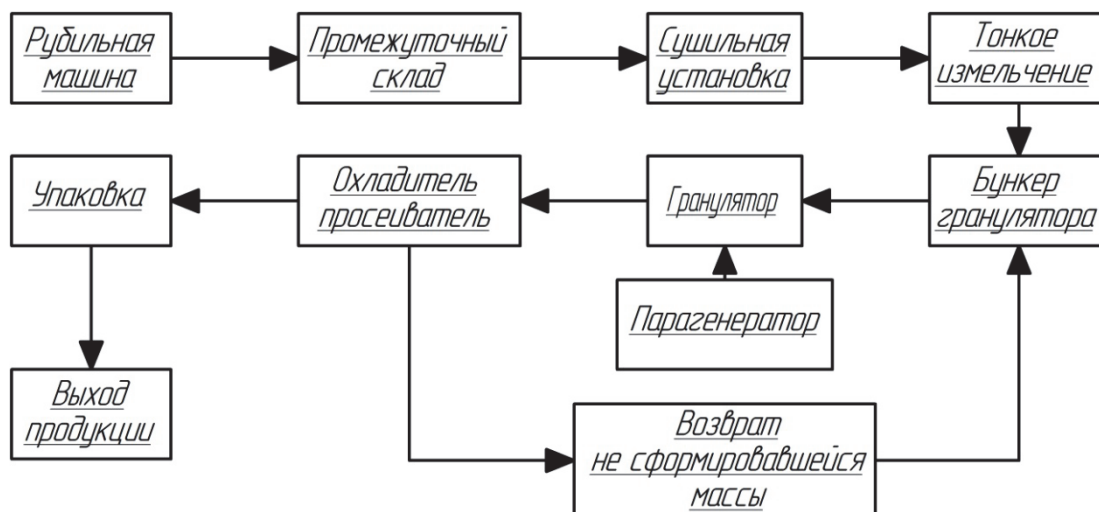


Рис. 2. Обобщенная технологическая схема процесса грануляции.

В среднем удельная стоимость каменного угля и пеллет равна 0,2 руб/МДж, однако по сравнению с традиционными видами топлив пеллеты обладают рядом преимуществ:

- экологическая чистота;
- доступность;
- высокая теплотворная способность;

- низкое содержание золы, вредных веществ;
- возможность полной автоматизации процесса сжигания;
- возобновляемость исходного сырья;
- возможность вторичного использования отходов (золы в качестве удобрения).

Можно выделить несколько сфер применения гранул. Гранулы первого класса (белые) используются в первую очередь в небольших и средних котлах, печах и каминах (до 1 МВт). Причем для использования гранул подходят как специализированные котлы, так и жидкотопливные котлы, оснащенные специализированным сжигателем для гранул (сжигатель для гранул может использоваться вместо исчерпавшей свой ресурс жидкотопливной форсунки/горелки или устанавливаться на новый котел). Промышленные гранулы (серые) используются в более мощных установках (свыше 1 МВт). Чаще всего такие установки строят в небольших городах и поселках для теплоэнергоснабжения городских микрорайонов.

Комбинированная выработка тепла и электроэнергии – когенерация – давно признана как наиболее удачная схема. Это означает, что целесообразно рассмотреть возможность применения ее при модернизации паровых котельных и превращение их в мини-ТЭЦ. В зависимости от типа установок их КПД при производстве электрической энергии может быть повышен до 50-60 %, что обеспечит значительную экономию топлива, энергонезависимость предприятия от внешних источников энергии и одновременно резко понизит выбросы вредных газов в атмосферу. Ряд организаций разрабатывают варианты мини-ТЭЦ с паровыми или газовыми турбинами. Применяемые процессы и типы установок включают:

- паровые турбины, используемые как детандеры в системах с циклом Ренкина с использованием воды в качестве рабочего тела, в которых вода испаряется под давлением и перегревается;
- паровые турбины в системах с органическим циклом Ренкина, в которых происходит испарение органического рабочего тела в третичном цикле, отделенном от производства тепла (теплота, выделяемая при сжигании, передается на тепловое масло котла, которое подается на внешний испаритель с органическим агентом с более низкой температурой кипения по сравнению с водой);
- двигатели Стирлинга (газовые двигатели с непрямым сжиганием топлива), приводимые в действие посредством периодического теплообмена между топочным газом и газообразным рабочим телом, таким как воздух, гелий или водород;
- турбины с замкнутым циклом.

На сегодня самым перспективным является применение паровых турбин с органическим циклом Ренкина.

Принцип органического цикла Ренкина (ОЦР) (рис. 3) основывается на работе турбогенератора с паровой турбиной для преобразования тепловой энергии в механическую и, наконец, в электрическую с помощью электрического генератора.

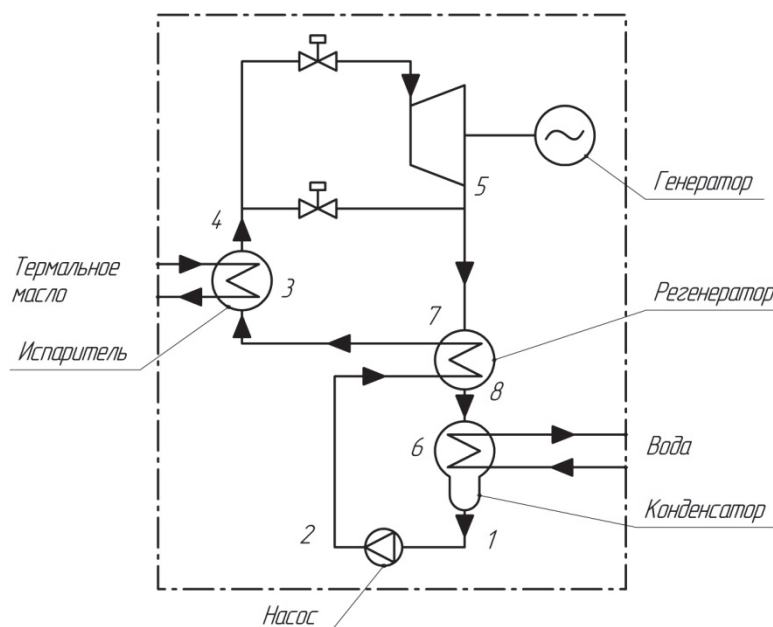


Рис. 3. Принцип действия органического цикла Ренкина.

Вместо водяного пара в системе ОЦР испаряются органические жидкости, которые характеризуются высокой, выше, чем вода, молекулярной массой, что приводит к замедлению вращения турбины низкого давления.

Турбогенератор использует горячее термальное масло для предварительного нагрева и испарения органической рабочей жидкости в испарителе(7→3→4).

Органический пар поступает на турбину(4→5), которая непосредственно соединена с электрогенератором упругой муфтой. Отработавший пар проходит через регенератор (5→8), где подогревает органическую жидкость(2→7).

Затем пар конденсируется в конденсаторе с водяным охлаждением. (8→6→1).

Далее органическая жидкость при помощи насоса (1→2) перекачивается в регенератор, а затем в испаритель, тем самым замыкая цикл.

Цикл ОЦР обладает высокой общей эффективностью использования энергии: 98% поступающего тепловой энергии в тепловом масле преобразуется в электрическую энергию (около 20 %) и тепло (78 %), с крайне ограниченными тепловыми утечками (только 2 % в связи с тепловой изоляцией и минимумом потерь в генераторе).

В качестве источника тепла для подогрева термального масла в данной схеме целесообразно использовать твердотопливные термомасляные котла на биомассе.

В связи с популярностью нетрадиционного топлива число производителей пеллет и оборудования для их производства и утилизации увеличивается с каждым годом (в Европе – до 30 % в год).

Подводя итоги всему вышесказанному, использование пеллет в качестве топлива для получения тепла и электроэнергии более выгодно по сравнению с традиционным топливом. Это топливо является экологически чистым, для его производства могут быть использованы отходы деревоперерабатывающей промышленности, а для сжигания уже существующая инфраструктура для твердых топлив. Кроме того пеллеты можно использовать как местное топливо, что особенно важно для труднодоступных и удаленных от централизованных энергоисточников районов.

Литература

1. Джон Вос. Использование энергии биомассы для отопления и горячего водоснабжения в Республике Беларусь. Методические рекомендации по применению передовой практики. Часть А: Сжигание биомассы [Электронный ресурс] / Джон Вос. - Режим доступа: <http://www.bioenergy.by/practa.htm>, свободный.
2. Елисеев Ю.С., Манушин Э.А., Михальцев В.Е. и др. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: Учебник для вузов. 2 изд., перер. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 640с.
3. Куфтов А.Ф., Сыроквашо А.В. Биологическая и термохимическая переработка органосодержащих материалов. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 79с.