

Список литературы

1 Государственная программа «Комфортное жильё и благоприятная среда» на 2021–2025 годы : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 28.01.2021 № 50 [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C2210050>. – Дата доступа : 11.03.2024.

2 СанПиН 10-124 РБ 99, ВУ. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 19.10.99 № 204 : с изм. [Электронный ресурс] // Информационно-поисковая система ЭТАЛОН-ONLINE. – Режим доступа : <https://etalonline.by/document/?regnum=w299p0007>. – Дата доступа : 11.03.2024.

SELECTION OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF WATER TREATMENT FOR SMALL SETTLEMENTS OF REPUBLIC OF BELARUS

O. K. NOVIKOVA, A. M. RATNIKOVA, N. V. SIVAKOVA

Belarusian State University of Transport, Gomel

УДК 620.97:662.8

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ БИОМАССЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРИКЕТИРОВАННОГО ТОПЛИВА

А. Н. ПЕХОТА¹, Р. Н ВОСТРОВА², В. Ю. КОРШУНОВА²

*¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск
delf_1@mail.ru*

*²Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
vostrova@tut.by*

Актуальность. Приоритетным направлением внутренней и внешней политики страны является обеспечение ее энергетической безопасности и энергетической независимости. Одним из направлений повышения экономической эффективности производства является рациональное использование местных сырьевых, возобновляемых и вторичных ресурсов.

Цель работы – анализ существующих технологий энергетического использования древесных отходов и осадков сточных вод (ОСВ).

Основные результаты. Общие запасы древесины (возобновляемый ресурс) в стране оцениваются в 1093,2 млн м³, торфа – в 5,65 млрд т, нефти – в 71,7 млн т, бурого угля – в 410 млн т, неогенового угля – в 152 млн т, горючих сланцев – в 1228,7 млн т (невозобновляемые ресурсы).

Для частичного замещения экспортируемых энергоресурсов целесообразно использовать местные виды топлива из возобновляемых и вторичных энергетических ресурсов [1].

Технический прогресс и технологии в этой области совершенствуются и способствуют более широкому использованию таких видов топлива, как топливная щепа, древесные гранулы, брикеты.

Теплофизические свойства древесины определяются теплотой сгорания, влажностью, химическим составом, количеством летучих веществ, твердого углерода, золы и т. д. Древесина в рабочей массе содержит до 50,0 % углерода, 6,1 % водорода, 42,3 % кислорода и небольшое количество, не превышающее 0,05 %, серы.

Для обеспечения бесперебойной работы котельных установок складировались большие объемы опилок, условия хранения которых приводили к критическому увеличению их влажности. Это вызывает необходимость дополнительных затрат энергии на удаление влаги при сжигании опилок, что не позволяет в полной мере добиваться планируемого экономического эффекта от перехода на работу с местными видами топлива.

Одной из проблем комплексного использования древесины является организация эффективной переработки низкосортного сырья, имеющего повышенную влажность или содержащего отходы нефтепродуктов, а также древесных отходов, не находящихся по разным причинам (окисление, изменение внешнего вида, засорение примесями и т. п.) технологического применения.

Одной из давних технологий использования древесных отходов в качестве источника получения теплоты является прямое их сжигание в бытовых и производственных котельных установках. Однако к существенным недостаткам данного технологического процесса относится непосредственное сжигание древесного топлива и древесных отходов, переувлажненных из-за неправильного хранения. Вследствие этого снижается производительность котлов, увеличиваются затраты на их обслуживание, появляется необходимость «подсветки» факела горения природным газом или мазутом.

Немаловажный фактор достижения тепловой эффективности – влажность отходов и их фракционный состав. Эти показатели являются определяющими для выбора конструкции и характеристик установок для сжигания древесных отходов.

Перечисленные факторы требуют постоянного совершенствования и подбора рациональных схем подготовки и сжигания отходов, а также модернизации предтопочных устройств или их дополнительной установки.

Основная задача утилизации ОСВ и древесных отходов состоит в их механической переработке с целью получения твердого топлива заданного качества, обеспечивающего транспортировку и хранение с минимальными затратами, а так же наиболее полное сгорание с высокой тепловой эффективностью [2]. Перспективной технологией рециклинга отходов, удовлетворяющей таким требованием, является производство топливных гранул и брикетов.

Технология гранулирования древесных отходов включает сбор отходов, измельчение, сушку и гранулирование. Сущность ее заключается в строгом соблюдении технологического процесса.

Гранулированное топливо в государствах СНГ в основном получают на основе подготовленных тонкозернистых древесных отходов (патенты России № 2007102840, 2008137467, 2369631, 2362798), отходов торфа (патент России № 2008137467), лигнина (патенты Республики Беларусь № 960455; патенты России № 96118804, 2124521), а также с полным или частичным использованием органических отходов производства зерновых культур, растительной биомассы (патент Республики Беларусь № 20090319).

В странах Западной Европы и США к наиболее распространенным видам получения твердого топлива относится гранулирование измельченных тонкозернистых древесных отходов (патенты США us 000006635093b1, us 000007252691b2; патенты Германии de 000019529441c2, de 000019961634a1, de 000019955844a1, de 000010205105a1, de 000010207811a1, de 000010207811b4, de 202005004140u1, de 000010357282a1; патенты Франции fr 000002777901a1, fr 000002936810; патенты Всемирной организации интеллектуальной собственности wo 001999051710, wo 002000060030a1, wo 002002051969a1, wo 002002070635a3, wo 002006003615a1, wo 002008007096a3, wo 002009120842a2, wo 00201001440a1).

Одним из преимуществ данной технологии являются рациональное использование древесных отходов, получение высококалорийного, экологически чистого топлива, возможность механизации и автоматизации при эксплуатации топочных устройств, повышение устойчивости процессов горения. Ее недостатки заключаются в высокой стоимости установок для гранулирования (стоимость мини-завода по производству гранул составляет 500–700 тыс. евро) и малом ресурсе формирующей матрицы, которая изготавливается с использованием сложных технологий из жаростойких и высокопрочных марок сталей.

Кроме того, при производстве гранул необходимо использовать только измельченную древесину с размером фракций частиц до 1,0 мм, с влажностью в пределах 6–12 % и отсутствием в прессуемой массе механических включений (песка, коры, листьев и т. п.).

Учитывая свойства ОСВ (влажность не менее 80 %, высокое содержание минеральных веществ, зольности топлива, как правило, составляет не менее 32–34 % без добавления древесных опилок), можно сделать вывод о том, что гранулирование ОСВ или композиционного топлива с добавлением древесно-растительной биомассы не целесообразно в связи с технологическим особенностям гранулирования по типоразмеру получаемого топлива, а также экономически не целесообразно ввиду необходимости удаления высокой влажности сырья, стоимости оборудования и увеличенного износа матрицы.

Анализ патентов показал, что во многих странах растет интерес к разработке оборудования и технологических схем производства топлива различными методами из растительной биомассы.

Для решения проблем энергосбережения при использовании в качестве вторичных ресурсов гидролизного лигнина (он схож по некоторым показателям с

ОСВ: влажность, минеральные частицы и т. п.), а также отходов добычи и переработки торфа в Республике Беларусь разработаны способы производства топливных брикетов.

РУП «БелНИИтоппроект» разработало способ получения топливных брикетов, включающий дозирование торфа и лигнина, их смешивание, рассев, измельчение, сушку и прессование торфолигнинной смеси, отличающийся тем, что предварительно выполняется естественная воздушная подсушка сырого исходного лигнина до влажности не более 50 % путем равномерного заполнения лигнином спланированной площадки (патент Республики Беларусь № 20010254).

Смешивание торфа и лигнина производится при следующем соотношении компонентов массы: торф – 10–50 %; лигнин – 50–90 %. Также ГНУ «Институт проблем использования природных ресурсов и экологии Национальной академии наук Беларуси» разработало способ производства кускового топлива (патент № 20031114), отличающийся тем, что экскавацию торфа ведут на всю толщину его слоя, в качестве армирующей упрочняющей добавки используют фитомассу быстрорастущих растений или отходы производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

В совместном патенте № 19990780 ГНУ «Институт проблем использования природных ресурсов и экологии Национальной академии наук Беларуси» и РУП «Речицкий опытно-промышленный гидролизный завод» описан способ получения кускового лигнина, включающий нейтрализацию лигнина, перемешивание, пластификацию и влажное формование с последующей сушкой сформованных кусков в естественных условиях. Технологии, защищенные патентами РФ №2486232, 2126816, отличаются тем, что формование брикета осуществляется после предварительной сушки лигнина до остаточной влажности 8–10 % при температуре 170–230 °С и давлении 90–110 МПа. Утилизацией отходов с целью получения топлива с помощью брикетирования занимаются многие государства цивилизованного мира. Об этом свидетельствует большое количество патентов РФ (№ 2268914, 2157402, 2237083, 2330063, 2114902; 2100420, 2119532, 2129142, 2130047, 2131912, 2144559, 2187542, 2206602, 2208045, 2100417, 2100419, 2100420).

Большое внимание разработке различных методов брикетирования древесных отходов с целью получения твердого топлива в последнее десятилетие уделяется и в западных странах (патент США us 02005001111a1; патенты Великобритании gb 000002389857a, gb 000002448531a; Германии de 000019927443, de 000010243066a1, de 112007002839a5; патенты Франции fr 000002668774b1, fr 000002586254b1; Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) wo 00200913384a3, wo 002004106473a1, wo 002008106993a1).

Выводы. Специфические свойства отходов, высокая влажность и выход летучих веществ до 85–90 % делают не всегда невозможным применение

традиционных схем брикетирования, что требует дополнительных мер определения приемлемого компонентного соотношения брикетируемого состава топлива, обеспечивающего стабилизацию (нормализации) процесса как брикетирования, так и сжигания получаемого топлива [3].

Список литературы

1 Merkblatt DWA-M 366. Maschinelle Schlammwässerung. Правила DWA Механическое обезвоживание осадка. – Немецкая ассоциация водного хозяйства, сточных вод и отходов, 2013. – 45 с.

2 **Вострова, Р. Н.** Производство топливных брикетов на основе осадков сточных вод городских очистных сооружений / Р. Н. Вострова, Д. В. Макаров // Вестник Брестского государственного технического университета. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2012. – № 2. – С. 43–45.

3 **Хрусталеv, Б. М.** Технология производства MSF-топлива – направление, обеспечивающее переход к циркулярной экономике. / Б. М. Хрусталеv, А. Н. Пехота, Р. Н. Вострова // Наука и техника. – 2022. – Т. 21, № 4.– С. 340–348.

RENEWABLE ENERGY SOURCES BASED ON BIOMASS FOR THE PRODUCTION OF BRIQUETTED FUEL

A. N. PECHOTA¹, R. N. VOSTROVA², V. YU. KORSHUNJVA²

¹Belarusian National Technical University, Minsk

²Belarusian State University of Transport, Gomel

УДК 662.818:628.38

ИЗГОТОВЛЕНИЕ БРИКЕТОВ НА ОСНОВЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ ПРЕССОВАНИЯ

A. N. PECHOTA¹, R. N. VOSTROVA², Я. С. ВАСИЛЬЕВ²

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск
delf_1@mail.ru

²Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
vostrova@tut.by

Актуальность. Экологически безопасное размещение осадков сточных вод с учетом использования их в составе многокомпонентного топлива имеет неоспоримое значение при завершении процесса очистки сточных вод городских очистных сооружений.

Цель работы – проведение экспериментальных исследований по созданию брикетов на основе ОСВ.

Основные результаты. Для проведения экспериментальных исследований по производству многокомпонентного брикетированного топлива на основе