

**Вржемковский А.В.**, директор ООО «Лихтарик»,  
**Омельянюк А.М.**, к.э.н., доцент, зав. кафедрой ЭТ  
УО «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь  
[amomelianiuk@bstu.by](mailto:amomelianiuk@bstu.by)

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Как известно, на предприятиях лесного комплекса на всех фазах производственного процесса - от заготовки древесины до ее переработки - образуются отходы, которые различают по виду, по геометрическим размерам, по их гидротермическому состоянию.

Древесные отходы бывают *кусковые* (твердые) и *мягкие* (опилки, стружка, пыль).

Объемы отходов зависят от вида производства и его технического уровня.

В лесозаготовительной отрасли - это *лесосечные отходы* (сучья, ветки, пни, крона, тонкомерная неликвидная древесина, обломки деревьев и стволов и пр.), их объем 22-26 %.

На деревообрабатывающих предприятиях - это *горбыль, рейка, обрезки, опилки, стружка*, их объем составляет от 25 % до 60%.

Древесные отходы занимают большие площади, загрязняют окружающую среду. Вывозка их на места свалки - дорогостоящее мероприятие. В рамках современных требований к экологичности промышленных производств разрабатываются новые законы, регламентирующие размещение самих производств, а также хранение и переработку отходов. В последние годы энергетическое использование древесных отходов рассматривается как альтернатива традиционным видам топлива. Как известно, основным, реальным и экономически целесообразным местным, возобновляемым и экологически безопасным энергетическим ресурсом в Республике Беларусь является древесное топливо, технически реализуемый потенциал которого составляет 3,5-3,7 млн. т у.т. (тонн условного топлива в угольном эквиваленте 7000 ккал/кг) в год [1,2].

К достоинствам древесного топлива относятся: - малая зольность (0,4-1,5%); - незначительное содержание серы (менее 0,05%); - углекислотная нейтральность [2], [4]), так как при его сжигании выделяется такое же количество диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), как и при естественном гниении древесины, который вновь поглощается растениями.

В последние годы технологии получения энергии из древесных отходов развиваются и совершенствуются. Технологии переработки опилок и древесных отходов способны сделать деревообрабатывающее производство безотходным и экологически чистым.

Одно из направлений использования древесных отходов – это сжигание их в котлах котельных хозяйств в виде первичного древесного топлива. Современные котельные сегодня – это высокоэффективное и соответственно высокотехнологичное оборудование, оснащенное электроникой. Соответственно оно максимально механизировано. Вследствие этого для получения наибольшего КПД технологическое сырье для таких котелов должно быть однородным и измельченным до размеров щепы. А т.к. технологическая щепка в процессе производства в виде отходов практически не участвует, соответственно появляется необходимость для привлечения других видов древесных отходов лесоперерабатывающей промышленности, таких как: сучья, ветки, пни, тонкомерная неликвидная древесина, обломки деревьев и стволов, горбыль, рейка, обрезки. Но для того, чтобы их использовать в технологическом процессе сжигания в котлах, появляется необходимость в их дополнительной переработке – механическом измельчении. Что соответственно влечет за собой большие расходы: на закупку дорогостоящих рубильных машин, затраты на электроэнергию, затраты на обслуживающий персонал, затраты на хранение и транспорт. А так как в основном источники сырья находятся на удаленном расстоянии, то их выгодней перерабатывать на местах скопления и доставлять к месту использования в измельченном виде. Помимо всего этого, как показала практика на примере котельного хозяйства г. Бреста, есть еще один существенный недостаток в таком подходе.

Так как технологическая щепка, применяемая в процессе сжигания, в основном имеет высокую влажность (около 60%), поскольку изготавливается из сырой древесины, то при ее сжигании до 30% тепла расходуется на то, чтобы испарить из нее эту влагу, прежде, чем она начнет эффективно гореть.

Необходимо отметить, что горючими веществами в древесине, как и в других видах растительной биомассы, являются углерод (около 51%) и водород (около 6%), остальные вещества - это балласт. К тому

же обезвоживание древесины требует значительных затрат энергии как при прямом сжигании, газификации и т.д., так и при предварительной сушке. Таким образом, энергетическое использование первичных видов древесного топлива (дров, щепы) с относительной влажностью = 45-60% в 1,8-3,5 раза снижает теплотворную способность древесины.

Влагосодержание древесного топлива существенно влияет также на механизмы и эффективность процессов горения и теплообмена в энергогенерирующих установках [5].

Устойчивое, стабильное горение происходит при влажности, например, топливной щепы до = 40-45%. Горение возможно также и при влажности щепы до 56-57% [8] с коэффициентом избытка воздуха от 2 до 4-5, но оно неустойчиво. В отдельных, дорогостоящих топочных устройствах можно сжигать щепу с предельно допустимой влажностью 60 и даже 65% или использовать дополнительные источники тепла, сжигая другое топливо (газовая, мазутная "подсветка" и т.д.). Понятно, что такие технологии разумно использовать для утилизации древесных отходов, а не с целью производства тепловой энергии.

Существует еще целый ряд проблем, связанных с энергетическим использованием первичного древесного топлива. В ряде западных стран использование таких видов топлива ограничивается законодательными и нормативными актами [9].

Таким образом, для эффективного использования энергетического потенциала древесного топлива, количество которого в Республике Беларусь ограничено, необходимо исходную топливную древесину должным образом подготовить: высушить, гомогенизировать, т.е. придать ей стабильные физико-химические и механические параметры и свойства [10]. Это позволит существенно (в 2-3 раза) повысить удельную теплотворную способность, оптимизировать топочные процессы, увеличить КПД теплогенерирующего оборудования, его эффективность (в 1,3-2,8 раза) и снизить стоимость оборудования и затраты на его эксплуатацию.

Ввиду всего вышесказанного можно предположить, что данный вид использования древесных отходов на уровне больших котельных хозяйств либо мини-тец, расположенных вдали от крупных источников сырья таких, коими являются большие деревоперерабатывающие предприятия (Пинскдрев, Лунинец-лес, и пр.) – не самый эффективный.

На небольших деревоперерабатывающих предприятиях, использующих свои отходы в виде топлива для твердотопливных котлов, также существуют свои проблемы. Например: в малых котлах мощностью до 100Квт (как правило, такие котлы используются для отопления собственного производства либо для технологического процесса сушки) в основном очень низкий КПД из за того, что хорошо горят только крупные кусковые отходы и стружка с влажностью до 20%, а сырые обрезки, горбыли и опилки практически не горят вообще. Встает вопрос – что же делать с влажным сырьем и где взять столько сухого материала?

На наш взгляд, этот вопрос решить можно, если мы рассмотрим еще один вид использования отходов деревообработки – это переработка древесных отходов в топливные брикеты либо гранулы.

Наиболее оптимальным сбалансированным решением задачи максимально эффективного использования энергетического потенциала древесного топлива в Республике Беларусь, поставленной Государственной комплексной программой 2006-2010 гг., утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 25 августа 2005 года, № 399, Целевой государственной программой использования МВТ до 2012 года, утвержденной Постановлением СМ РБ от 30 декабря 2004 года № 1680 является создание отечественного промышленного производства рафинированного древесного топлива (РДТ), прежде всего, древесных топливных гранул, и высокоэффективного теплогенерирующего оборудования для разных потребителей. Использование рафинированных видов древесного топлива и эффективное теплопроизводящее оборудование позволит получить в 2-4 раза больше тепловой энергии из имеющегося потенциала топливной древесины по сравнению с технологиями сжигания, газификации и т.д. первичных видов древесного топлива, таких как дрова, щепа и другие. Но т.к. производство гранул (пеллет) характерно для предприятий, имеющих внушительную сырьевую базу, ввиду большой производительности данного оборудования (1-3т/ч), то мы рассмотрим другой вид рафинированного древесного топлива, который наиболее характерен для небольших производств с небольшими запасами сырьевой базы - это топливные брикеты.

Изготовление из *отходов древесины* прессованных материалов в виде *топливных брикетов*, без применения каких-либо посторонних связующих веществ, является наиболее перспективным направлением в использовании их (отходов) как топлива. Технология изготовления прессованного древесного топлива позволяет решить ряд вопросов:

- а) утилизировать различные древесные отходы;
- б) получить экологически чистое высококалорийное биотопливо;

- в) обеспечить основному производству статус *малоотходного и экологически чистого*;
- г) снизить затраты на хранение, перевозку топлива по сравнению с кусковыми древесными отходами или топливными дровами;
- д) повысить культуру производства;
- ж) получить дополнительную прибыль от реализации брикета.

Вот уже более десятка лет топливные брикеты пользуются огромным спросом во многих странах мира. Ввиду экономического кризиса и постоянно растущих цен на углеводороды потребность в чистом экологическом продукте, коим являются топливные брикеты из опилок, постоянно растет.

В основе технологии производства древесных топливных брикетов лежит процесс прессования мелко измельченных отходов древесины (опилок), предварительно высушенных до влажности 8%, на шнековых прессах под высоким давлением при нагревании, без каких-либо связующих добавок. Связующим элементом в данном случае является **лигнин**, который содержится в клетках растений. Обычная форма брикета при таком методе – четырёхгранник или восьмигранник с отверстием посередине.

Такая технология производства топливных брикетов самая современная. Получается практически идеальный продукт по своим техническим свойствам – он необычайно стоек к механическим воздействиям, что позволяет его перевозить на большие расстояния и соответственно продавать в других странах, не обращая внимания на влажность, хорошо хранится.

**1. Теплотворность топливных брикетов** в 1,5 раза больше, чем у сухой древесины, и сравнима с каменным углем. Это значит, что одного брикета весом около 1 килограмма достаточно для обогрева дома площадью 50 кв.м в течение одного часа (по данным ВНИИ ТП).

Брикеты горят с минимальным количеством дыма, не стреляют и не искрят. При этом обеспечивают постоянную температуру на всем протяжении горения.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика теплотворной способности брикетов

дерево (твердая масса, влажная)	10 МДж/кг
дерево (твердая масса, сухая)	12 МДж/ кг
бурый уголь	16 МДж/ кг
<b>брикеты из древесных отходов</b>	<b>18 МДж/ кг</b>
каменный уголь	20 МДж/ кг
кокс	25 МДж/ кг
природный газ	32 МДж/ кг

Топливные брикеты – экологически чистый продукт, так как при их производстве не используются никакие добавки. Положительным аспектом при использовании древесных брикетов в виде топлива является их минимальное влияние на окружающую среду при сгорании, по сравнению с классическим твердым топливом при одинаковой теплотворной способности как, например, уголь, но в 15 раз меньшим содержанием пепла (1-1,5%), который можно использовать в виде минерального удобрения.

Таблица 2 – Сравнительные технические характеристики по содержанию золы

бурый уголь	Около 40% пепла
<b>брикеты из древесных отходов</b>	<b>от 0,5 до 1,5% пепла</b>

Таблица 3 – Выделение CO<sub>2</sub> в воздушное пространство при сгорании в сравнении с древесными брикетами

легкое масло	в 20 раз выше
уголь-антрацит	в 50 раз выше
кокс	в 30 раз выше
природный газ	в 15 раз выше

Одним из самых больших достоинств брикетов нужно отметить то, что при их сгорании не выделяется угарный газ CO, который разрушает озоновый слой атмосферы, а выброс серы составляет всего 0,032%, что никоим образом не загрязняет воздух.

Топливные брикеты – это идеально чистый продукт и в санитарно-гигиеническом плане. После термической обработки биомассы в процессе производства получается «мёртвый» продукт для паразитов (грибков, микробов и пр.), такое топливо не вызывает аллергических реакций даже у астматиков. Брикеты не требуют дорогостоящего переоборудования печей и котлов, как, к примеру, газ или мазут. Это отличная альтернатива углю и дровам для твердотопливных печей с малой (естественной) тягой, а так же для каминов.

Топливные брикеты имеют самое широкое применение. Они могут использоваться для всех видов топок, от котлов малой мощности для отопления частных домов до крупной ТЭЦ.

Себестоимость 1 тонны брикета около 280000 руб, а цена его на экспорт от 125 евро/т (480000 руб), что наглядно показывает экономическую эффективность данного производства, а значит, и его привлекательность.

В заключение обращаем внимание еще на один аспект проблемы эффективного использования древесных отходов - это высокоэффективные котлы на рафинированном биотопливе (RBF). Если кто-то полагает, что широкомасштабное использование рафинированного биотоплива в Европе и Северной Америке продиктовано только экологическими мотивами, то он ошибается. Важнейшим фактором является экономия: использование рафинированного биотоплива экономически выгодно, но только для автоматизированных котлов с реальным, стабильным КПД 80-90%. Только в этом случае можно получить ожидаемый энергетический, экологический, экономический и другие эффекты от использования рафинированного древесного топлива, прежде всего такого его вида, как древесные топливные гранулы (pellets) и топливные брикеты.

#### Литература

1. Целевая Программа обеспечения в Республике не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года: утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 30.12.2004 г., №1680.
2. Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в Республике собственных топливно-энергетических ресурсов в 2006-2010 годах: утверждена Указом Президента Республики Беларусь от 25 августа 2005 года, №399.
3. Бородуля, В.А. Денсифицированное биотопливо-энергетическая альтернатива для Беларуси: потенциал, проблемы и перспективы // Энергоэффективность. – Мн., 2002. – №11, №12.
4. Теория сжигания древесины // Лес и бизнес. – 2005. – август. – № 6(16). – С.9.
5. Рекламные материалы ОАО "БЕЛКОТЛОМАШ". – 2006. – С.32.
6. Тиайненен, В.С. Преимущества прессованного биотоплива: топливные гранулы и брикеты // Леспротформ. – 2003. – №11. – С. 42-45.
7. Цедик, В.А. Производство древесных топливных гранул: технологии, оборудование, экономика, перспективы / В.А. Цедик, В.С. Ефремцев, М.В. Кординов, В.С. Кухарчук // WOODWORKING NEWS. – 2004. – №4(40).
8. Борушко, Н.П. Рафинированное древесное топливо в Беларуси / Н.П. Борушко, В.А. Цедик // Лес и бизнес. – 2005. – №9 (19). – С. 12-16.
9. Цедик, В.А. Дорогу осилит идущий: к вопросу создания производства древесных топливных гранул и брикетов // WOODWORKING NEWS. – 2004. – ноябрь. – №10 (46). – С.14.
10. Способ изготовления топливных брикетов из древесных отходов: патент РФ №2046821 (07.10.1995г.) / А.Ж. Гребеньков, В.Н. Дроздов, Г.И. Журавский, В.А. Цедик [и др.].

**Почко Е.О.**, старший преподаватель, **Сотник А.С.**  
УО «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь  
[thepochkos@gmail.com](mailto:thepochkos@gmail.com)

#### **АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО СЕГМЕНТА СЕТИ ИНТЕРНЕТ. ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДИНГ**

За последнее десятилетие информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) коренным образом изменили мир и стали источником бурного развития инноваций и роста производительности, соединяя людей и общество, улучшая стандарты жизни и давая новые возможности для развития во всем мире. Изменяя жизнь отдельных индивидов, способы их взаимодействия и работы, ИКТ стали ключевой предпосылкой для роста конкурентоспособности, экономической и социальной модернизации, а также важным инструментом для преодоления экономических и социальных диспропорций. Во всем мире продолжает расти число пользователей и показателей проникновения Интернета – ключевого элемента ИКТ. Хотя на развитые страны все еще приходится большинство пользователей Интернета и они имеют самый высокий пока-