

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Войтов И. В., ректор, д.т.н., Ледницкий А. В., доц., к.э.н.**  
Белорусский государственный технологический университет  
(Минск, Республика Беларусь), e-mail: ledniz@inbox.ru

**CURRENT AND PROSPECTIVE USES OF WOOD FUEL  
IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Voitau I. V., Rector, D.Sc. (Engineering), Lednitsky A. V., Assoc. Prof., PhD (Economics)**  
Belarusian State Technological University  
(Minsk, Republic of Belarus)

The article dwells upon the production aspects and uses of local wood fuels in the Republic of Belarus. It analyzes the current state and outlines prospective uses of wood fuel in the country. The paper also outlines annual economically available wood fuel resources and engineering processes of wood chips production.

**Введение.** В связи с постоянным удорожанием импортируемых в Беларусь энергетических ресурсов одной из актуальных задач обеспечения национальной безопасности является обеспечение энергетической и, как следствие экономической, безопасности государства. В настоящее время этот показатель для Беларуси равен примерно 15% (в том числе: нефть – 40%, древесное топливо – 28%, торф – 16%, попутный горючий газ – 6%, ветро- и гидроэнергия – 0,2%, прочие виды топлива – 9,8%). Остальные 85% энергоресурсов импортируются, главным образом, из России. Такое соотношение между собственными и импортными энергоресурсами обусловлено не экономическими соображениями, а недостаточностью запасов собственных энергоресурсов. На закупку недостающих энергоносителей и электроэнергии расходуется около 8,5 млрд. долларов США в год, что составляет около 20% объема всего импорта республики и делает ее экономику зависимой от внешних факторов [1].

В структуре потребления топливно-энергетических ресурсов велика доля одного энергоресурса – природного газа (57,2% в топливно-энергетическом балансе, 80% в балансе котельно-печного топлива и 97,2% в топливном балансе энергосистемы). В этой связи для обеспечения энергетической безопасности страны весьма актуальной становится задача диверсификации потребляемых энергоресурсов и их поставщиков. По мнению специалистов выходом из создавшегося положения может стать многовекторный подход. Это и строительство атомной электростанции, крупномасштабное использование энергии ветра и солнца, внедрение энергосберегающих технологий, строительство гидроэлектростанций, более эффективное использование в энергетических целях биомассы и др. Ожидается, что к 2020 году доля природного газа в структуре потребления первичных топливно-энергетических ресурсов снизится почти на 25%, а доля местных видов топлива возрастет до 16,2% против имеющихся 8,3% [1].

В стране постоянно реализуется комплекс мер направленный на увеличение использования местных видов топлива, к которым относят ископаемые и возобновляемые источники энергии, добываемые на территории республики. Предпринимаемые действия позволили за последние 8 лет увеличить долю собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива (КПТ) с 16,8% до 26,4%. При этом доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) составила 8,3%. В структуре используемых ВИЭ доминирует древесное топливо. Однако Беларусь не останавливается на достигнутых результатах.

Правительством страны поставлена стратегическая задача обеспечить долю использования собственных энергоресурсов в балансе КПТ не менее 32,0% к 2020 году. В достижении поставленной цели значительная роль отводится использованию низкокачественной древесины и древесных отходов в энергетических целях [1].

**1. Ресурсный потенциал для производства древесного топлива.** Беларусь – лесная держава. Лесопокрытая площадь в Республике Беларусь на 01.01.2017 составила 8,67 млн. га, лесистость территории – 39,5%. Общий запас насаждений достиг 1,7 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе возможных для эксплуатации 81,3%. Доля лесного комплекса в валовом внутреннем продукте составляет 4,2–4,5%. В нем занято около 110 тысяч человек (3,0% от численности занятых в народном хозяйстве).

Площадь лесов, большую чем в Беларуси, в Европе имеют Швеция – 22 млн. га, Финляндия – 19,5 млн. га. Примерно такое же количество лесов, как и в Беларуси, в Германии – 9,9 млн. га, Украине – 9,5 млн. га, Польше – 8,9 млн. га, Норвегии – 8,7 млн. га [2].

На каждого жителя Беларуси приходится 0,98 га лесов и 166 м<sup>3</sup> древесного запаса, что практически в два раза выше среднеевропейского уровня [2].

В среднем за год прирост всех древостоев в республике составляет 31,9 млн. м<sup>3</sup>. Заготовка древесины в Беларуси в последние годы составляет 15,5–21,5 млн. м<sup>3</sup> в год, в том числе по главному пользованию – 5–7 млн. м<sup>3</sup>, промежуточному – 5,5–7,5 млн. м<sup>3</sup>, прочим рубкам 5–7 млн. м<sup>3</sup>.

Объем заготовки дров в последние годы составляет 6,2–8,4 млн. м<sup>3</sup>. При этом значительная часть (около 3,6–4 млн. м<sup>3</sup>) заготавливаемых дров отпускается населению, бюджетным организациям. Остальные дрова либо используются в круглом виде котельными ЖКХ, либо измельчаются в топливную щепу. Щепа используется котельными ЖКХ, мини-ТЭЦ, а также отгружается на экспорт.

Прогноз среднегодового объема заготовки и использования древесных топливных ресурсов в Республике Беларусь в 2017–2020 года приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Прогноз среднегодового объема заготовки и использования древесных топливных ресурсов в Республике Беларусь в 2017–2020 годах**

Наименование древесных топливных ресурсов	Всего, млн. м <sup>3</sup>
1. Возможный объём заготовки дров, всего	9,0
в том числе при проведении:	
– рубок главного пользования	2,8
– рубок промежуточного пользования	4,2
– прочих рубок	2,0
2. Отходы деревообработки	2,0
3. Насаждения ольхи серой	1,0
4. Перестойные насаждения мягколиственных пород	1,0
5. Отходы лесозаготовок (сучья, ветви)	0,9
6. Древесный отпад (ликвидная захлавленность и сухостойные деревья)	0,9
Итого возможный объем древесных топливных ресурсов	14,8
Использование древесных топливных ресурсов в качестве котельно-печного топлива, на технологические нужды и населением	9
Остаток топливных ресурсов	5,8

Таким образом, возможный среднегодовой объем заготовки древесных топливных ресурсов в Республике Беларусь в 2017–2020 годах составит 14,8 млн. м<sup>3</sup>. Среднегодовое потребление населением и организациями в качестве котельно-печного топлива и на технологические нужды, а также поставка на экспорт – 9 млн. м<sup>3</sup>.

**2. Система снабжения энергообъектов древесным топливом.** Для заготовки возрастающих объемов древесины и производства топливной щепы в БГТУ был разработан комплекс технологий и ряд отечественных машин. Совместно с ОАО «Минский тракторный завод» было создано семейство колесных лесозаготовительных машин для рубок главного и промежуточного пользования, среди которых харвестеры, форвардеры, прицепные тележки с манипуляторами, различные трелевочные тракторы. Выпуск аналогичных машин был освоен

и ОАО «Амкодор». Отличительной особенностью данных машин является широкое использование в них импортных узлов и технологического оборудования, среди которых гидроманипуляторы, захватно-срезающие устройства, элементы гидропривода и автоматизированных систем управления [2].

Для реализации технологий комплексной заготовки деловой древесины с утилизацией лесосечных отходов в энергетических целях на данных предприятиях также был освоен выпуск мобильных рубильных машин с использованием рубильных агрегатов барабанного типа фирм Jenz GmbH (Германия) и концерна Kesla OYJ (Финляндия) с производительностью 40–160 нас. м<sup>3</sup>/ч (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Мобильные барабанные рубильные машины с гидроманипуляторами:**  
*а* – прицепная Беларусь МР-100 ОАО «Минский тракторный завод»;  
*б* – самоходная Амкодор-2904 ОАО «Амкодор»

С ОАО «Минский автомобильный завод» создан автопоезд для перевозки щепы с нагрузкой на рейс 80 нас. м<sup>3</sup> (рисунок 2, *а*) и автощеповоз со съемными контейнерами с нагрузкой на рейс 35–40 нас. м<sup>3</sup> (рисунок 2, *б*).



**Рисунок 2 – Автомобили для перевозки щепы ОАО «Минский автомобильный завод»:**  
*а* – прицепной автопоезд-щеповоз МАЗ-5516+МАЗ-8561; *б* – автощеповоз с механизмом самозагрузки-разгрузки контейнера типа «мультилифт» МАЗ-6501

Производства по выпуску щепы созданы в 57 государственных лесохозяйственных организациях с производственной мощностью более 1,6 млн. м<sup>3</sup> в год и объемом производства около 1,45 млн. пл. м<sup>3</sup> в год (рисунок 3). Кроме того, определенные мощности по производству топливной щепы созданы в организациях ЖКХ и на частных предприятиях. Производством древесных пеллет и брикетов занимаются более чем в 30 организациях республики. Из них 11 производств по изготовлению пеллет и брикета мощностью 25,0 тыс. тонн в год созданы в системе Министерства лесного хозяйства.



**Рисунок 3 – Склад межсезонного хранения топливной щепы ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз»: а – бурт щепы; б – штабеля дров**

Наличие отечественной лесозаготовительной техники с широко представленными в стране зарубежными машинами фирм Jenz GmbH (Германия), Kesla OYJ (Финляндия), Heizomat GmbH (Германия), Bruks (Швеция) позволяет реализовать ряд технологических процессов лесозаготовок с производством топливной щепы в условиях лесосеки, промежуточных и межсезонных складов. Однако, как показывает накопленный отечественный опыт, наибольшее распространение в природно-производственных условиях страны получил технологический процесс производства и поставки топливной щепы потребителю, разработанный в БГТУ, с использованием промежуточного склада [2].

**3. Энергообъекты, работающие на древесном топливе.** В Республике Беларусь на древесном топливе работает более 3000 котлов мощностью от 0,012 до 20 МВт. Кроме того, в комбинированном цикле, выработки тепловой и электрической энергии работает 12 мини-ТЭЦ. Котлы в республике используются как местного (ООО «Белкотломаш», СООО «Комконт» и др.), так и импортного производства. Строительство мини-ТЭЦ в основном проводилось с использованием паровых котлов Бийского котельного завода (Россия), предтопков ЗАО «AXIS Industries» (Литва) и паротурбинных установок ЗАО «Энерготех» (Россия). Кроме того, на ряде мини-ТЭЦ использовались технологии финской компании Wartsila и австрийской компании Polytechnik. Ряд проектов реализован с применением ORC-модулей и термомасляных котлов.

Среди построенных в республике 12 мини-ТЭЦ, работающих на древесном топливе, необходимо выделить Вилейскую, Пинскую, Петриковскую, Пружанскую, Речицкую, мини-ТЭЦ ОАО «Мостодрев», мини-ТЭЦ ОАО Фандок (г. Бобруйск), как наиболее отвечающие современным подходам, сложившимся в странах с развитой биоэнергетикой.

В результате реконструкции *Вилейской мини-ТЭЦ* два котла ДКВР-10/13, работавшие на мазуте 4320 ч в год при полной нагрузке и 1 котел с нагрузкой 9 т пара/ч, работавший 4320 ч в год, были заменены котлом KE-25-24-350 ЗАО «AXIS Industries» (Литва) с нагрузкой 25 т пара/ч, давлением пара 2,3 МПа, температурой перегретого пара 350°C, работающим на древесном топливе (рисунок 4). Суммарные капитальные вложения на строительство мини-ТЭЦ составили 17,16 млн. дол. США.

Для работы мини-ТЭЦ г. Вилейка требуется 150 тыс. насыпных м<sup>3</sup> топливной щепы в год, что составляет 60 тыс. плотных м<sup>3</sup> (16 тыс. т у. т.) древесного топливного сырья. Начиная с 2007 года ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» поставляет на мини-ТЭЦ г. Вилейки около 48 тыс. пл. м<sup>3</sup> топливной щепы в год. Производство топливной щепы осуществляется мобильной системой машин как в условиях лесосеки, промежуточных складов, так и на складе межсезонного хранения топливной щепы.

В результате ввода Вилейской мини-ТЭЦ ежегодная экономия энергоресурсов составляет около 12,5 тыс. т. условного топлива благодаря замещению мазута и газа местными видами топлива. Дополнительный энергосберегающий эффект в размере около 4,5 тыс. т у. т. в год получается за счет выработки электроэнергии.



Рисунок 4 – Вилейская мини-ТЭЦ

*Пружанская мини-ТЭЦ* является одним из самых энергоэффективных объектов подобного класса, действующих в Беларуси. Финская компания Wartsila поставила в 2009 году энергооборудование способное сжигать топливную щепу влажностью до 60%. Электрическая мощность теплоэлектроцентрали – 3,5 МВт. Пружанская мини-ТЭЦ способна бесперебойно обеспечивать теплом и электричеством весь город (20 тыс. населения). В сутки мини-ТЭЦ потребляет до 200 пл. м<sup>3</sup> топливной щепы. Основной объем топлива для станции составляет ГЛХУ «Пружанский лесхоз». Ежедневно лесхоз готовит для этих целей 50–70 пл. м<sup>3</sup> щепы и до 120 м<sup>3</sup> дровяной древесины. Эксплуатация Пружанской мини-ТЭЦ позволяет ежегодно замещать около 11 млн. м<sup>3</sup> природного газа, а также способствует решению вопроса занятости населения на торфяных и лесозаготовительных предприятиях региона.

*Речицкая мини-ТЭЦ* расположена в г. Речица и является одним из последних энергетических объектов, созданных в Беларуси, с использованием передовых технологий в данной сфере. Мини-ТЭЦ была запущена в эксплуатацию в октябре 2011 года. Генеральным подрядчиком, осуществлявшим комплексное строительство под ключ, являлась фирма Polytechnik (Австрия). На станции установлены термомасленный котел производства Polytechnik мощностью 19,6 МВт в час для сжигания древесного топлива и торфа и паротурбинная установка (ПТУ) мощностью 4,23 МВт. Речицкая мини-ТЭЦ работает на местных видах топлива, замещая ими природный газ. В качестве топлива здесь применяются древесная щепа и брикетированный торф. Вместо воды в котлах используют органическое масло. Оно имеет более низкую температуру испарения и дольше удерживает тепло, что позволяет расходовать топливо более экономно. Мини-ТЭЦ полностью автоматизирована, в смену ее обслуживают всего три человека. Проект реализован с применением передовой технологии с использованием ORC-модулей и термомасляных котлов, что является новшеством для белорусской энергосистемы.

**4. Экономическая эффективность производства древесного топлива.** Сегодня все усилия направлены на снижение себестоимости производства древесного топлива и повышение его конкурентоспособности по отношению к ископаемым видам топлива путем формирования наиболее эффективных систем машин, оптимизации расположения складов и решения задач логистики доставки топлива.

Анализ данных многолетних наблюдений свидетельствует о том, что на протяжении последних 12 лет конкурентоспособность древесного топлива постоянно изменялась. Наиболее высокие значения данного показателя характерны для начала анализируемого периода, что в первую очередь, обусловлено относительно низким спросом на древесно-топливное сырье. По мере реализации в стране мероприятий, направленных на увеличение использования местных возобновляемых источников древесной биомассы, спрос на древесно-топливное сырье многократно возрос. Это обстоятельство во многом предопределило увеличение стоимости топливной щепы, древесных пеллет и брикетов. Так, например, за последние 12 лет стоимость дров увеличилась в 3,3 раза, опилок – в 32 раза, топливной щепы – в 3,5 раза, древесных пеллет и брикетов – в 2,2 раза.

В настоящее время в Республике Беларусь дрова и топливная щепа конкурентоспособны по сравнению с ископаемыми видами топлива. Так, стоимость топливной щепы в условном выражении ниже стоимости природного газа на 31% и топочного мазута на 34%. Древесные пеллеты и брикеты, несмотря на высокие потребительские качества в настоящее время в стране нашли ограниченное применение на котельных ЖКХ и в основном поставляются на экспорт.

В Беларуси первые поставки древесного топлива на энергетические объекты не принесли значительных доходов и подчас оборачивались убытком для поставщиков. Сегодня средняя цена без НДС реализуемой в республике топливной щепы составляет около 15 долл. США/плотный м<sup>3</sup>, а при поставке на экспорт – 16 долл. США/плотный м<sup>3</sup>. Это позволило поставщикам и потребителям найти зону взаимовыгодного сотрудничества. Дальнейшее развитие частного рынка заготовки древесно-топливного сырья, производства и доставки топливной щепы будет способствовать снижению ее цены. Рост цен на традиционные энергоносители окажет значительное влияние на повышение экономической эффективности производства древесного топлива и переосмысление традиционно сложившихся стереотипов о первичных источниках энергии.

#### **Заключение.**

1. Тема исследования возобновляемых источников сырья и биологического топлива находится среди приоритетов устойчивого развития и поддерживается правительствами многих развитых лесодобывающих и лесоперерабатывающих стран Европы, включая Республику Беларусь [2]. В этом контексте повышение энергоэффективности и внедрение энергосберегающих технологий становится первоочередной задачей для большинства национальных экономик. Данным процессам способствуют как рост цен на энергоносители, так и увеличивающийся объем выбросов парниковых газов, который приводит к негативным последствиям связанным с изменением климата и окружающей среды.

2. Ожидается, что к 2020 году доля природного газа в структуре потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в Беларуси снизится почти на 25%, а доля местных видов топлива возрастет до 16,2% против имеющихся 8,3% [1]. Сравнивать целесообразность использования природного газа и древесного топлива только по ценовому фактору не совсем корректно. При покупке газа валюта вывозится из страны и увеличивается отрицательное сальдо внешнеторгового баланса. Поскольку древесина является местным топливом, формирующаяся инфраструктура по его заготовке, транспортировке и хранению работает на благо государства. Предприятия создают рабочие места, платят налоги, задействуют не востребуемое ранее сырье и отходы. Перевести эту пользу в денежный эквивалент довольно сложно.

3. В настоящее время в Республике Беларусь создана новая система обеспечения энергетических объектов древесным топливом, требующая ресурсного и финансового обеспечения. Разработаны отечественные машины и оборудование, технологии, выбраны наиболее целесообразные формы организации производства. Сегодня все усилия направлены на снижение себестоимости производства древесного топлива и повышение его конкурентоспособности по отношению к ископаемым видам топлива путем формирования наиболее эффективных систем машин, оптимизации расположения складов и решения задач логистики доставки топлива. Решение данной задачи требует хорошего информационного обеспечения, выполнения многовариантных технико-экономических расчетов, поиска принципиально новых технических, технологических и организационно-управленческих методов [1, 2].

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ледницкий А.В. Экономическая эффективность выработки тепловой и электрической энергии при сжигании древесного топлива // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII. Экономика и управление. Минск: БГТУ, 2016. С. 82–86.

2. Федоренчик, А. С. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов / Монография / А.С. Федоренчик, А.В. Ледницкий. Минск: БГТУ, 2010. – 446 с.