

Ледницкий А.В. (БГТУ, г. Минск, РБ) [ledniz@inbox.ru](mailto:ledniz@inbox.ru)

**РАЗВИТИЕ ЛЕСНОЙ БИОЭНЕРГЕТИКИ  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**  
*DEVELOPMENT OF WOOD BIO-ENERGETICS  
IN THE REPUBLIC OF BELARUS*

Истощение мировых запасов и повышение стоимости ископаемых топливно-энергетических ресурсов, возрастающие экологические требования к выбросам в окружающую среду от сжигания топлива, развитие торговли квотами на выбросы – все это послужило толчком для развития лесной биоэнергетики, в том числе и для увеличения производства и использования древесного топлива в энергетических целях.

Республика Беларусь в среднем за год потребляет энергии в эквиваленте 33 млн. тонн условного топлива<sup>3</sup> (т у. т.) и только на 15% обеспечивается собственными ресурсами. На закупку недостающих энергоносителей и электроэнергии расходуется около 3 млрд. долларов США в год, что превышает 30% объема всего импорта республики и делает ее экономику зависимой от внешних факторов. На 2006–2010 годы поставлена задача добиться снижения энергоемкости валового внутреннего продукта (ВВП) не менее, чем на 31% при темпах роста ВВП 156% к уровню 2005 года, к 2015 году не менее, чем на 50%, и к 2020 году не менее, чем на 60%. При этом, наряду с мероприятиями по энергосбережению, внедрению энергоэффективных технологий и оборудования, реализуется комплекс мер по максимально возможному использованию местных и возобновляемых энергоресурсов.

В соответствии с «Целевой программой обеспечения в республике не менее 25% объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива до 2012 года» и «Государственной комплексной программой модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы в 2006–2010 годах» в Беларуси должны быть построены 16 энергоисточников (мини-ТЭЦ), работающих на древесном топливе: в концерне «Беллесбумпром» – 3, Министерстве жилищно-коммунального хозяйства – 3 и Министерстве энергетики – 10, с годовой потребностью 1,2 млн. м<sup>3</sup> древесного топлива. Кроме того, принята программа «Создания производств по изготовлению древесных топливных гранул (пеллет), древесного брикета и угля в Министерстве лесного хозяйства на 2009–2011 годы».

В настоящее время уже построены и функционируют Белорусская ГРЭС (6 тыс. т у. т. или 22,2 тыс. м<sup>3</sup>); Осиповичская мини-ТЭЦ (9 тыс. т у. т. или 34 тыс. м<sup>3</sup>); Вилейская мини-ТЭЦ (16 тыс. т у. т. или 60 тыс. м<sup>3</sup>); Пинская мини-ТЭЦ (23,1 тыс. т у. т. или 88 тыс. м<sup>3</sup>); Верхнедвинская мини-ТЭЦ (2 тыс. т у. т. или 7,5 тыс. м<sup>3</sup>). В 2009 году будут введены в эксплуатацию Петриковская мини-ТЭЦ (7 тыс. т у. т. или 26,3 тыс. м<sup>3</sup>); котельная в г.п. Россоны (8 тыс. т у. т. или 30 тыс. м<sup>3</sup>); мини-ТЭЦ ОАО «Мостодрев» (10 тыс. т у. т. или 38 тыс. м<sup>3</sup>). В целях бесперебойного обеспечения данных энергетических объектов древесным топливом в стране создаются структурные подразделения по производству топливной щепы, как правило, в рамках действующих предприятий системы Минлесхоза, концерна «Беллесбумпром», Минэнергетики и Минжилкомхоза.

<sup>3</sup> 1 тонна условного топлива = 29300 MJ

Проектирование системы топливообеспечения Вилейской мини-ТЭЦ осуществлялось в рамках проекта Правительства Республики Беларусь и Программы развития ООН «Применение биомассы для отопления и горячего водоснабжения в Республике Беларусь» авторами данной работы [1].

Производства по выпуску щепы созданы в 27 лесхозах с суммарной мощностью – 398 тыс. пл. м<sup>3</sup> в год. При этом в 2008 году ими было реализовано только 127 тыс. пл. м<sup>3</sup> щепы. Производством древесных пеллет и брикетов занимаются в 29 организациях республики. В 2008 году было произведено 57 тыс. тонн. Суммарная мощность действующих по состоянию на 1 мая 2009 г. таких производств составляет 133 тыс. тонн в год. Как видно мощности созданных производств древесного топлива в республике используются не в полном объеме.

Таким образом, в стране 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. В настоящее время внимание направлено 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.

**2. Потенциал древесного топлива.** Основным источником древесного сырья в Республике Беларусь являются местные лесные ресурсы. Общий объем растущего леса в стране по данным на 2008 год составляет 1495 млн. м<sup>3</sup>, средний запас спелых древостоев на 1 га – 248 м<sup>3</sup>. Земли лесного фонда занимают 9,39 млн. га. При этом непосредственно леса расположены на площади 7,8 млн. га, что составляет 37,8% от всей территории страны. Преобладающими породами являются сосна (50,2%), береза (22,6%), ель (9,8%). Земли лесного фонда (9,39 млн. га) занимают 44% территории страны. Лесистость составляет 38,1%. Средний возраст лесов – 49 лет [2].

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].

Более лесистыми, чем Беларусь, являются Финляндия (72%), Швеция (67%), Эстония (48%), Австрия (46%), Латвия (46%) и Россия (46%). В то же время лесистость многих стран, имеющих большие, чем в Беларуси общие площади лесов, меньше: Литва – 32%, Польша – 29%, Германия, Франция, Норвегия – по 28%, Индия – 20%, Украина – 16%, Китай – 13%, Англия – 9%.

На каждого жителя Беларуси приходится 0,79 га лесов и 149 м<sup>3</sup> древесного запаса, что практически в 2,2 раза выше средневропейского уровня. Примерно столько же в США – 0,78 га. В России – 5,2 га, Финляндии – 4,2, Швеции – 3,07, Бразилии – 2,7, Норвегии – 2, Эстонии – 1,43, Латвии – 1,2, Литве – 0,54, Австрии – 0,47га, Франции – 0,26, Польше – 0,23, Украине – 0,19, Германии – 0,11, Англии – 0,04 [2].

По площади лесов Беларусь находится в десятке крупных лесных держав Европы, а по площади леса, приходящейся на одного жителя, имеет лучшие позиции. В этой связи особенно важными становятся вопросы как наращивания объемов лесозаготовок,

так и использования отходов лесозаготовок, лесопиления, деревообработки и низкокачественной дровяной древесины в энергетических целях.

В среднем за год прирост всех древостоев в республике составляет 27,7 млн. м<sup>3</sup>. Заготовка древесины в Беларуси в последние 3–5 лет составляет 13–14,5 млн. м<sup>3</sup> в год, в том числе по главному пользованию – 5–6,5 млн. м<sup>3</sup>, промежуточному (рубки ухода, выборочные санитарные рубки) – 5,5 млн. м<sup>3</sup>, прочим рубкам (в основном за счет вырубки усохших ельников) 3–4,8 млн. м<sup>3</sup>. Прогноз развития лесопользования до 2020 г. показывает его общее увеличение до 17–18 млн. м<sup>3</sup>, в том числе по главному пользованию до 8–10 млн. м<sup>3</sup>.

Объем заготовки дров в последние годы составляет 5,7–5,9 млн. м<sup>3</sup>. При этом значительная часть заготавливаемых дров отпускается населению, гор(рай)топам, бюджетным организациям. Так, по отчетным данным в 2008 г. этим потребителям было отпущено 3681,8 тыс. м<sup>3</sup> дров или 61,5% всех заготовленных дров в республике. Таким образом, остальные 2218,2 тыс. м<sup>3</sup> дров могут быть использованы и частично уже используются котельными ЖКХ и мини-ТЭЦ для производства тепловой и электрической энергии [3]. Прогноз среднегодового объема заготовки и использования древесных топливных ресурсов в Республике Беларусь в 2010–2015 года по видам древесного сырья и областям приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Прогноз среднегодового объема заготовки и использования древесных топливных ресурсов в лесах Республики Беларусь в 2010–2015 годах

Наименование древесных топливных ресурсов	Всего, млн. м <sup>3</sup>
1. Возможный объём заготовки дров, всего	7,8
в том числе при проведении:	
– рубок главного пользования	2,5
– рубок промежуточного пользования	3,6
– прочих рубок	1,7
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 захламленность и сухостойные деревья)	0,9
<b>Итого возможный объем древесных топливных ресурсов</b>	<b>13,6</b>
Использование древесных топливных ресурсов в качестве котельно-печного топлива, на технологические нужды и населением	8,2
<b>Остаток топливных ресурсов</b>	<b>5,4</b>

Таким образом, возможный среднегодовой объем заготовки древесных топливных ресурсов в лесах Республики Беларусь в 2010–2015 годах составит 13,6 млн. м<sup>3</sup>. Среднегодовое потребление населением и организациями в качестве котельно-печного топлива и на технологические нужды – 8,2 млн. м<sup>3</sup>.

**3. Перспективные системы машин и оборудования.** Для заготовки возрастных объемов древесины и производства топливной щепы в университете был разработан комплекс технологий и ряд отечественных машин. Совместно с РУП «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» (рисунок 1). Отличительной особенностью данных машин является широкое использование на них импортных узлов и технологического оборудования, среди которых гидроманипуляторы, захватно-срезающие устройства, элементы гидропривода и автоматизированных систем управления [4].



а

б

Рисунок 1 – Колесные лесозаготовительные машины: а – харвестер ОАО «Амкодор»; б – форвардер РУП «Минский тракторный завод»

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 агрегатов барабанного типа фирм Jenz GmbH (Германия) и концерна Kesla OYJ (Финляндия) с производительностью 40–100 нас. м<sup>3</sup>/ч (рисунок 2).



а

б

Рисунок 2 – Мобильные барабанные рубильные машины с гидроманипуляторами: а – с приводом от автономного двигателя МР-40 РУП «Минский тракторный завод»; б – с приводом от двигателя форвардера и накопительным бункером Амкодор-2902 ОАО «Амкодор»

С РУП «Минский автомобильный завод» создан автопоезд для перевозки щепы с нагрузкой на рейс 80 нас. м<sup>3</sup> (рисунок 3, а) и автощеповоз со съемными контейнерами с нагрузкой на рейс 35–40 нас. м<sup>3</sup> (рисунок 3, б). В стране освоен выпуск фронтальных колесных погрузчиков грузоподъемностью 400–6000 кг со съемным технологическим

оборудованием, позволяющим работать как с круглыми лесоматериалами, так и топливной щепой и обеспечивающих высоту загрузки до 5,93 м [4].



а

б

Рисунок 3 – Автомобили для перевозки щепы РУП «Минский автомобильный завод»: а – прицепной автопоезд-щеповоз МА3-5516+МА3-8561; б – автощеповоз с механизмом самозагрузки-разгрузки контейнера типа «мультилифт» МА3-6501

**4. Технологические процессы производства топливной щепы.** Наличие отечественной лесозаготовительной техники с широко представленными в стране зарубежными машинами фирм Jenz GmbH (Германия), Kesla OYJ (Финляндия), Farmi Forest Corporation (Финляндия), Heizomat GmbH (Германия), Vermeer Corporation (США) позволило реализовать ряд технологических процессов лесозаготовок с производством топливной щепы из отходов лесозаготовок, дровяной древесины заготавливаемой по рубкам главного и промежуточного пользования, отходов лесопиления и деревообработки в условиях лесосеки, промежуточных и межсезонных складов [5].

*Производство топливной щепы из отходов лесозаготовок на рубках главного пользования.* Сучья, ветви, вершины, неделовые вырезки, фаутные деревья и др. предварительно окучиваются на лесосеке, после чего доставляются на верхний или промежуточный склад, где происходит их измельчение в передвижной рубильной машине с погрузкой щепы в контейнер автощеповоза.

*Производство топливной щепы из дровяной древесины на рубках промежуточного пользования.* Тонкомерные деревья и кустарник вырубается с технологических коридоров (шириной 4 м) и складываются на их обочине в небольшие штабеля. Сформированная таким образом пачка доставляется на специально подготовленную площадку около лесовозной дороги и укладывается в кучи, обеспечивая запас сырья для последующего измельчения в щепу передвижной рубильной машиной.

*Производство топливной щепы из дровяной древесины на рубках главного пользования.* Заготавливаемая на лесосеке стволовая дровяная древесина вывозится на нижний лесной склад, расположенный недалеко от котельной (мини-ТЭЦ), и измельчается там рубильной машиной.

*Производство топливной щепы из отходов лесопиления и деревообработки* может быть организовано по разным схемам: 1) кусковые отходы со складов отходов цехов в непереработанном виде перевозятся на нижний лесной склад, где измельчаются рубильной машиной, после чего щепы поступает на общий склад для хранения и отгрузки; 2) при накоплении на территории отдельного цеха достаточного объема куско-

вых отходов туда направляются передвижная рубильная машина и транспорт для перевозки щепы. Рубильная машина измельчает отходы непосредственно в контейнер щеповоза, который доставляет щепу прямо на склад топлива потребителя.

Наиболее типичная схема сложившегося технологического процесса производства топливной щепы представлена на рисунке 4 [6].



Рисунок 4 – Схема организации технологического процесса производства топливной щепы

**5. Организация расчетов между поставщиками и потребителями древесного топлива.** В связи с наращиванием объемов заготовки и поставки древесного топлива на энергетические объекты страны весьма актуальной стала задача организации и совершенствования системы расчетов между поставщиками и потребителями топлива. Для организации заготовки, поставки и хранения древесного топлива в Беларуси были разработаны и утверждены ТУ ВУ 100145188.003-2009 «Щепа топливная». Однако данных технических условий для эффективной работы производителей и потребителей древесного топлива оказалось не достаточно. Так как, с одной стороны они не учитывали различную влажность поставляемого древесного топлива, а с другой стороны не обеспечивали сопоставимость единиц измерения, официально принятых на предприятиях лесного (пл. м<sup>3</sup>) и топливно-энергетического (т н. т., тыс. м<sup>3</sup>, т у. т.) комплексов.

В этой связи дальнейшим шагом по организации расчетов между поставщиками и потребителями древесного топлива стала разработка «Инструкции по расчетам организаций, входящих в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» [7], учитывающей физико-химические свойства древесного топлива и позволяющей осуществлять расчеты путем пересчета стоимости топлива в условное выражение (евро/ т у. т.).

Принятие данных документов позволило организовать расчеты между поставщиками и потребителями древесного топлива с учетом влажности и плотности древесного топлива по методике, представленной в таблице 2.

**6. Экономическая эффективность производства топливной щепы.** Для обеспечения древесным топливом построенных мини-ТЭЦ Правительством страны была поставлена задача по выбору наиболее рационального технологического процесса и

системы машин. Ее решение потребовало от авторов выполнения многовариантных расчетов себестоимости и отпускной цены производства топливной щепы из различных видов древесно-топливного сырья в условиях лесосеки, промежуточных и межсезонных складов.

Таблица 2 – Методика расчета между поставщиками и потребителями древесного топлива

№	Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Значение (вид)
1	Древесное топливо	–	–	Щепа топочная
2	Фактический объем поступившего топлива			
2.1	– в насыпных м <sup>3</sup>	V <sub>нас</sub>	нас. м <sup>3</sup>	356,5
2.2	– в плотных м <sup>3</sup>	V <sub>пл</sub>	пл. м <sup>3</sup>	142,6
3	Фактическая масса поступившего топлива			
3.1	– брутто	G <sub>бр</sub>	кг	245 500
3.2	– тара (транспортное средство)	G <sub>тар</sub>	кг	130 950
3.3	– нетто	G <sub>нет</sub>	кг	114 550
4	Насыпная плотность: $\rho_{насып} = G_{нет} / V_{нас}$	$\rho_{насып}$	кг/нас. м <sup>3</sup>	321,32
5	Плотность: $y = G_{нет} / V_{пл}$	y	кг/пл. м <sup>3</sup>	803,30
6	Относительная (рабочая) влажность топлива	W <sub>t</sub> <sup>p</sup>	%	42,907
7	Энергетическая ценность топлива: $Q_{вес} = 18,7 - 0,212 \cdot W_t^r$	Q <sub>вес</sub>	ГДж/кг	9,60
8	Цена 1 т условного топлива с калорийностью 29,31 ГДж/т	Ц <sub>усл</sub>	евро/т у.т.	63,86
9	Цена 1 т натурального топлива, поступившего с влажностью W <sub>t</sub> <sup>r</sup> : $Ц_{вл} = Ц_{усл} \cdot Q_{вес} / 29,31$	Ц <sub>вл</sub>	евро/т	20,92
10	Цена 1 плотного м <sup>3</sup> топлива, поступившего с влажностью W <sub>t</sub> <sup>r</sup> : $Ц_{пл} = Ц_{вл} \cdot G_{нет} / (V_{пл} \cdot 1000)$	Ц <sub>пл</sub>	евро/пл. м <sup>3</sup>	16,80
11	Суммарная стоимость поступившего топлива (сырья) без НДС: $C_{безНДС} = Ц_{пл} \cdot V_{пл}$	C <sub>безНДС</sub>	евро	2 396

Так, например, структура отпускной цены топливной щепы, произведенной в условиях *лесосеки* из отходов лесозаготовок с использованием передвижной рубильной машины МР-25 с накопительным бункером емкостью 10 нас. м<sup>3</sup> производства РУП «Минский тракторный завод» и автощеповоза МАЗ 5433 + САТ-105 производства РУП «Минский автомобильный завод» и ОАО «Спецавтотехника» емкостью 40 нас. м<sup>3</sup> представлена на рисунке 5.

Структура отпускной цены топливной щепы, произведенной в условиях *промежуточного склада* из отходов лесозаготовок с использованием передвижной рубильной машины МР-40 с автономным двигателем производства РУП «Минский тракторный завод» и 3-х автощеповозов МАЗ 5433 + САТ-105 производства РУП «Минский автомобильный завод» и ОАО «Спецавтотехника» емкостью 40 нас. м<sup>3</sup>, представлена на рисунке 6.

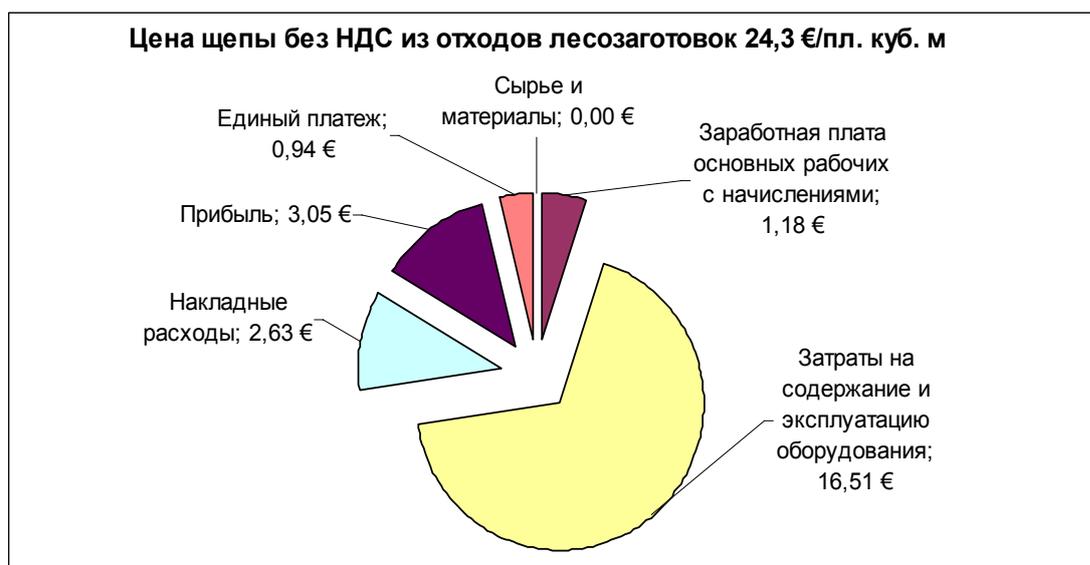


Рисунок 5 – Структура отпускной цены 1 пл. м<sup>3</sup> топливной щепы из отходов лесозаготовок, произведенной в условиях лесосеки ( $L_{\text{подвозки}}=750$  м,  $L_{\text{вывозки}}=50$  км, рентабельность 15%)

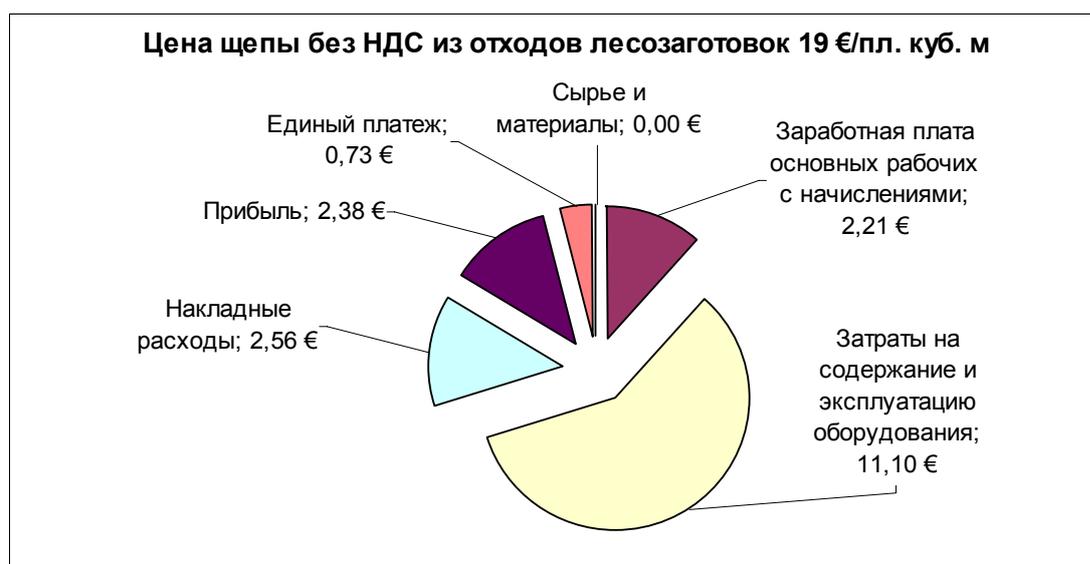


Рисунок 6 – Структура отпускной цены 1 пл. м<sup>3</sup> топливной щепы из отходов лесозаготовок, произведенной в условиях промежуточного склада ( $L_{\text{подвозки}}=5$  км,  $L_{\text{вывозки}}=50$  км, рентабельность 15%)

Анализ данных, представленных на рисунках 5–6, позволяет сделать вывод о том, что производство топливной щепы в условиях лесосеки менее эффективно по сравнению с производством щепы в условиях промежуточного склада. Об этом свидетельствует значение отпускной цены топливной щепы, которое ниже для производства щепы в условиях промежуточного склада по сравнению с лесосекой примерно на 22%.

Отсутствие практического опыта организации крупномасштабного производства топливной щепы в республике привело к тому, что фактические затраты на изготовление топливной щепы, поставляемой на мини-ТЭЦ в республике различными ведомствами и организациями, значительно различаются. Так, для Вилейской мини-ТЭЦ (сис-

тему топливообеспечения проектировали авторы) они составляют около 15 евро/пл. м<sup>3</sup> щепы, для Белорусской ГРЭС около 22 евро/пл. м<sup>3</sup>, а для Осиповичской мини-ТЭЦ около 28 евро/пл. м<sup>3</sup>.

Динамика изменения цен на древесное топливо и его конкурентоспособность по сравнению с традиционными энергоносителями за период 2003–2009 годы представлена на рисунке 7.

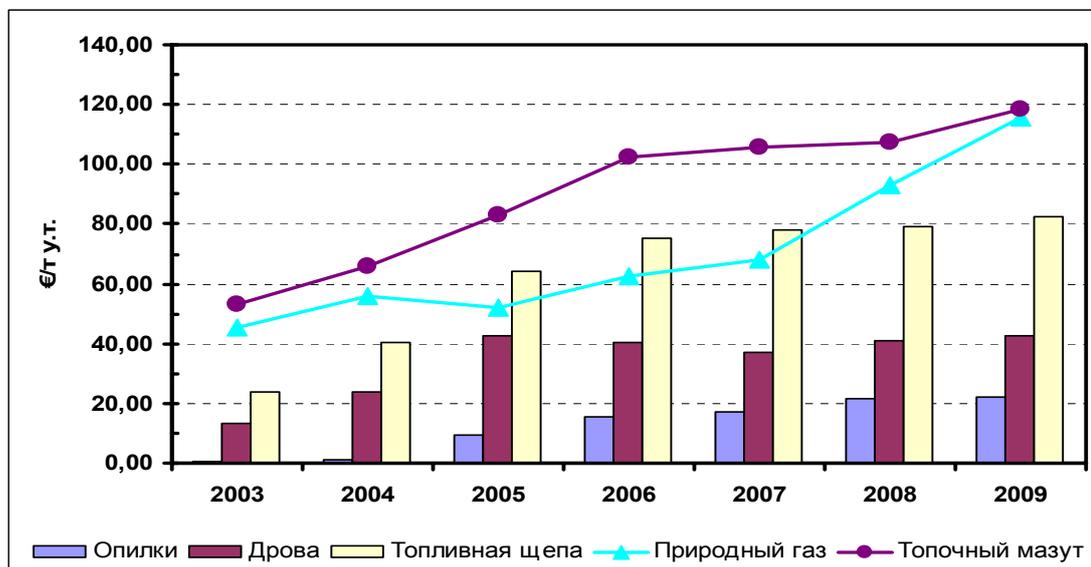


Рисунок 7 – Динамика изменения цен на древесное топливо и традиционные энергоносители за период 2003–2009 годы

Из рисунка 7 видно, что на протяжении анализируемого периода времени 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. Так, например, за анализируемый период времени стоимость дров увеличилась в 3,3 раза, стоимость опилок – в 32 раза, стоимость топливной щепы – в 3,5 раза.

В настоящее время древесное топливо в Республике Беларусь конкурентоспособно по сравнению с ископаемыми видами топлива. Так, стоимость топливной щепы в условном выражении ниже стоимости природного газа на 29% и топочного мазута на 30%. При этом необходимо отметить, что цена на природный газ и топочный мазут не постоянна и зависит от внешних поставок из Российской Федерации. В тоже время цена на дров, топливной щепы и других видов древесного топлива определяется внутренней политикой страны. В Беларуси первые поставки древесного топлива на энергетические объекты не приносили значительных доходов и подчас оборачивались убытком для поставщиков. Сегодня цена установлена в размере 20 евро/пл. м<sup>3</sup> топливной щепы, что позволяет 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.** Многочисленные исследования технико-экономического характера, выполненные авторами, применительно к условиям Беларуси позволяют сделать следующие выводы.

1. В настоящее время в республике могут реализовываться разнообразные технологии комплексной заготовки древесины и производства топливной щепы, как на базе полностью механизированных систем, так и с применением механизированного труда, основные технико-экономические показатели которых находятся на более низком уровне, чем в развитых лесодобывающих странах.

2. Технологические процессы, обеспечивающие заготовку и вывозку древесины на рубках главного и промежуточного пользования в виде сортиментов, получают преимущественное распространение как имеющие лучшие показатели экономической эффективности и в максимальной степени, отвечающие требованиям лесной сертификации.

3. В рамках комплексного процесса заготовки древесного сырья производство топливной щепы наиболее целесообразно мобильной системой машин, включающей погрузочно-транспортные машины, передвижные барабанные рубильные машины с приводом от автономного двигателя с производительностью не менее 40 нас. м<sup>3</sup>/ч; автощеповозы с рейсовой нагрузкой более 35 нас. м<sup>3</sup> или автопоезда с нагрузкой 70–80 нас. м<sup>3</sup>, фронтальный ковшовый погрузчик с емкостью ковша не менее 5 нас. м<sup>3</sup>.

4. Дровяную древесину, как правило, целесообразней измельчать на складах межсезонного хранения, отходы лесозаготовок – на промежуточных складах у дорог круглогодичного действия с расстоянием подвозки сырья до 5 км, отходы лесопиления и деревообработки – в местах образования. При этом обязательными условиями их эффективного применения являются: концентрация разрабатываемых лесосек; значительные объемы лесосечных отходов и низкокачественной древесины на промежуточных складах, примыкающих к дорогам круглогодичного действия; диспетчеризация процесса вывозки топливной щепы конечному потребителю; расстояние транспортировки готовой продукции в пределах до 50 км.

5. В целом для производства и поставки древесного топлива в республике требуется: около 228 трелевочных тракторов; 762 погрузочно-транспортные машины; 167 рубильных машин и тракторов для их перемещения; 620 автощеповозов; 74 погрузчика щепы.

6. Дальнейшее успешное развитие биоэнергетики в Республике Беларусь невозможно без создания рынка древесного топлива, формирования устойчивых цен на длительный временной период и совершенствования системы расчетов между поставщиками и потребителями древесного топлива. Цены на древесное топливо должны устанавливаться с учетом его физико-химических и теплотехнических свойств в рублях за плотный м<sup>3</sup> при фиксированной влажности, либо за тонну условного топлива. Такой подход реализуется в Швеции, Финляндии, Австрии Германии и других странах [8].

7. Влажность и зольность древесного топлива фактически определяют его теплотворную способность и, соответственно, цену при измерении в условных единицах (т у. т.). В этой связи необходимо реализовывать комплекс мероприятий, направленных на пре-

дотворачивание попадания в древесное топливо атмосферных осадков и минеральных включений.

8. Для обеспечения бесперебойного снабжения энергетических объектов древесным топливом в республике необходимо [9, 10]: скоординировать усилия специалистов лесного и топливно-энергетического комплексов, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и других заинтересованных ведомств и организаций; осуществлять инвестиционную поддержку предприятий для приобретения техники (дотации и льготное кредитование), предоставлять налоговые преференции; развивать и совершенствовать нормативно-правовую базу, сопровождающую процессы производства, хранения и транспортировки древесного топлива с учетом потребности более длительного хранения древесно-топливного сырья в лесу и на различных видах складов; разрабатывать новые технологии заготовки древесно-топливного сырья и производства топливной щепы в условиях лесосеки, промежуточных складов, складов потребителя и межсезонного хранения топливной щепы; развивать отечественное машиностроение в области техники для производства и доставки топливной щепы; выполнять строительство новых и содержание на должном уровне созданных лесовозных дорог.

9. В настоящее время в республике накоплен определенный опыт комплексной заготовки древесного сырья и производства топливной щепы. Получены положительные результаты, подтверждающие целесообразность вовлечения в энергетическое использование возобновляемых древесных ресурсов. Есть надежда, что себестоимость заготовки древесного топлива в стране может снижаться по мере внедрения международного опыта, усовершенствования и повышения надежности системы лесозаготовительных машин и внедрения передовых европейских технологий, соответствующих природно-производственным и социально-экономическим условиям Беларуси.

### Библиографический список

1. Федосеев, В. Ф. Организация производства и снабжения топливной щепой мини-ТЭЦ г. Вилейка Минской области / В. Ф. Федосеев, А. В. Ледницкий, И. И. Корзун // Энергоэффективность. – № 10. – 2004. – С. 20–21.
2. Леса и лесное хозяйство Беларуси. – Минск: Министерство лесного хозяйства РБ, 2008. – 12 с.
3. Ледницкий, А. В. Прогноз ресурсов древесного топлива в Республике Беларусь / А. В. Ледницкий, Федоренчик А. С. // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII, Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2004. – Вып. XII. – С. 194–197.
4. Fyedorenchik, A.S. Equipment and technologies of combined procurement of merchantable wood with cutting wastes utilization for energy production in Belarus / A.S. Fyedorenchik, A.V. Lednitsky // FORMEC '08: 41. International Symposium in Schmalleberg, Germany, 02–05 June 2008 / Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e. V.; Scientific Committee Anneliese Kläres and others. – Schmalleberg, 2008. – p. 111–116.
5. Корзун, И.И. Современные технологии заготовки и подготовки к использованию древесного топлива / И.И. Корзун, А.В. Ледницкий, Г.И. Завойских // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII. Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2006. – Вып. XIV. – С. 211–214.

6. Федоренчик, А.С. Состояние и анализ обеспечения древесным топливом энергетических объектов в Республике Беларусь / А.С. Федоренчик, А.В. Ледницкий // Энергоэффективность. – 2008. – № 3. – С. 13–16.

7. Инструкция по расчетам организаций, входящих в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго»: утв. М-вом энергетики Респ. Беларусь 04.07.2007 № 21. – Минск, 2007. – 12 с.

8. Войтехович, В.Н. Использование древесной биомассы в энергетических целях в Австрии и Чехии / В.Н. Войтехович, А.С. Федоренчик, А.В. Ледницкий // Энергоэффективность. – 2007. – № 6. – С. 16 – 21.

9. Федоренчик, А.С. Организация производства топливной щепы на предприятиях лесного комплекса / А. С. Федоренчик, А. В. Ледницкий, И. И. Корзун // Лесное и охотничье хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 28–31.

10. Ледницкий, А.В. Формирование инфраструктуры для заготовки, производства, транспортировки и хранения древесного топлива в Республике Беларусь // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII. Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2007. – Вып. XV. – С. 217–221.

**Медведев С.О., Ляпкина Е.В., Соболев С.В., Степень Р.А.**

(ЛфСибГТУ, г. Лесосибирск, РФ) [info@lfsibgtu.ru](mailto:info@lfsibgtu.ru)

## **ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ RAW MATERIALS RESOURCES EFFECTIVE USING AS COMPETITIVENESS FACTOR OF TIMBER INDUSTRY COMPLEX IN MODERN CONDITIONS**

Современные условия ставят перед лесной отраслью России и Красноярского края комплекс взаимосвязанных задач, требующих незамедлительного решения. Основными здесь являются проблемы устаревшего оборудования и технологий, узкого ассортимента продукции и внутреннего рынка, недостатка квалифицированных специалистов, слабого использования вторичных ресурсов и т.д. Конкурентоспособность предприятия зависит от его возможностей производить и реализовывать продукцию, пользующуюся спросом, и получать при этом прибыль, необходимую для совершенствования производства. В этой связи остро стоит проблема модернизации и оптимизации деятельности лесоперерабатывающих предприятий, реализации современных направлений развития.

Опыт показывает, что успешное развитие лесопромышленного комплекса (ЛПК) базируется на повышении эффективности использования биоресурсов. Россия в этом плане значительно уступает передовой зарубежной практике, где полезно используется 80-90 % заготавливаемого сырья, а в отдельных перерабатывающих комплексах это значение достигает 100 %. Следует отметить, что продукция, получаемая из вторичного сырья, отличается высокой степенью переработки и добавленной стоимостью. В этой