

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС. ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

УДК 630*36

А. С. Федоренчик, кандидат технических наук, профессор (БГТУ)

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО БИОТОПЛИВА В НОВОГРУДСКОМ РАЙОНЕ

Выполнены комплексный анализ и оценка современного состояния использования древесного биотоплива в регионе. Показано, что годовой ресурсный потенциал технически доступного древесного топлива в Новогрудском лесхозе к 2020 г. возрастет на 23,3%, что позволит обеспечить 40% общей потребности района в топливе.

The Carried out a comprehensive analysis and evaluation of the current state of the use of wood biofuel in the region. It is shown that the annual resource potential of a commercially available woodfuel Novogrudsky SFE 2020 will increase by 23.3%, which will provide 40% of the total area of the fuel needs.

Введение. Возможная угроза антропогенного изменения климата, негативное воздействие производства и использования энергии на среду обитания и здоровье людей делают необходимым поиск экологически чистых и возобновляемых источников энергии. Важная роль при этом отводится использованию древесной биомассы. Суммарный объем древесной биомассы над земной поверхностью, которая является возобновляемой, оценивается свыше 420 млрд. т. Мировой потенциал энергии биомассы составляет около 100 ЭДж. На древесную биомассу приходится более 40 ЭДж. При полном использовании энергетического ресурса древесной биомассы его бы хватило для покрытия 12,5% мирового потребления энергии. Считается, что ежегодно в Европе может потребляться для производства энергии древесная биомасса с суммарной теплотой сгорания 4 ЭДж. Фактически древесная биомасса используется чуть более 50% от возможной величины, хотя и более полно, чем биомасса в целом. На энергетические цели в странах ЕС расходуется более 250 млн. м³ древесины. С учетом реализуемой государственной политики стран Европейского Союза в области возобновляемой энергии и удвоения ее доли в общем объеме потребления

до 20% к 2020 г. уже в ближайшие годы потребуются ежегодно дополнительно использовать 160 млн. т. древесной биомассы [1].

Преимущественной областью использования древесины как источника тепла и энергии является энергообеспечение небольших объектов промышленно-социального назначения, особенно сельского хозяйства, которое характеризуется территориальной разобщенностью многочисленных потребителей энергии, относительно небольшой величиной требуемой мощности технологического оборудования и большим количеством объектов потребления с автономным энергоснабжением. Именно к таким регионам относится и Новогрудский район,

1. Особенности района. Новогрудский район расположен на востоке Гродненской области и в центральной части Республики Беларусь. По состоянию на 01.01.2013 общая площадь земель района составляла 166,8 тыс. га. Основными землепользователями являются сельскохозяйственные организации (47,8% общей площади земельных ресурсов) и организации, ведущие лесное хозяйство (44,2%). Земли граждан занимают 4,3% территории района, земли промышленных организаций, организаций транспорта, энергетики и иного назначения – 3,7%.

Отмечается тенденция к уменьшению общей площади сельскохозяйственных земель и увеличению земель общего пользования.

Удельный вес лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью составляет 43,4%, что на 0,6% ниже республиканского уровня. Удельный вес площади земель под болотами равен 2,4%, что на 1,8% ниже средне-республиканского. Лесной фонд Новогрудского лесхоза составляет 96,8 тыс. га, лесопокрытая площадь занимает 87,4 тыс. га. Леса I группы, выполняющие природоохранные и защитные функции, составляют 56,7%, леса II группы (промышленного назначения) составляют 43,3%. Средний возраст лесов равен 52 годам. На долю хвойных насаждений приходится 69,6%, твердолиственных – 7,8%, мягколиственных – 22,6%. Молодые леса составляют 22,1%, средневозрастные – 57%, припевающие – 16,3%. Доля спелых лесов невелика и равна 4,6%. Расчетная лесосека составляет около 66 тыс. м³. Средний запас древесины на 1 га в лесах лесхоза составляет 206 м³/га, в спелых – 248 м³/га.

На начало 2013 г. на территории района проживало 47 тыс. человек, в том числе в г. Новогрудке – 29,1 тыс. человек, в г. п. Любча – 1,1 тыс. человек и в сельской местности (сельских населенных пунктах) – 16,8 тыс. человек. Район имеет соотношение численности городского и сельского населения (64 : 36), отличающееся как от страны в целом (74 : 26), так и от Гродненской области (69 : 31). В Новогрудке, как районном центре, сконцентрировано 59,8% населения, агрогородках – 37,3%. Сельская местность района разделена на 11 сельсоветов, включающих 212 сельских населенных пунктов и Любчанский поссовет. Сложившиеся социально-демографические тенденции не дают оснований прогнозировать возможное увеличение численности населения без миграционного притока.

2. Анализ факторов со стороны спроса.

В организациях района работает 48 котельных (15 на газу, 1 на мазуте, 6 комбинированных (местные виды топлива и газ), 26 на местных видах топлива и 89 топочных (73 на местных видах топлива, 16 на газу).

Суммарное потребление топлива (т у. т.) в районе на 2013 г. планируется в объеме 44 335. На горючий природный газ приходится 60,7%, на мазут и печное бытовое топливо 0,66%, газ сжиженный 0,63%, топливные брикеты 2,76%, на дрова 24,5%, топливную щепу 7,95%, отходы деревообработки 1,26%. Удельный вес древесного биотоплива в целом составляет 31,30%.

Отметим по району высокий процент электроэнергии, выработанной собственными энергоисточниками 45,2%, в т. ч. 6,1% за счет ветроэнергоустановки (ВЭУ) в д. Грабники.

Основными потребителями ТЭР (данные 2012 г.) являются промышленность (30,3%) и жилые здания (27,9%). На долю сельского хозяйства приходится 6,1%, бюджетные и муниципальные учреждения – 5,9%. Долевое потребление электроэнергии по секторам следующее: промышленность – 58,0%; ЖКХ – 18,2%; прочие потребители и население – 3,04%; бюджетные и муниципальные учреждения – 3,6%; предприятия Минсельхозпрода – 17,04%.

В регионе много делается для использования возобновляемых источников энергии. В 2011 г. введена первая в Беларуси и самая мощная в странах СНГ ветроэнергетическая установка на 1,5 МВт. Вблизи нее имеется площадка для строительства парка ветроэнергетических установок на Новогрудской возвышенности. В соответствии с Государственной программой инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 г. площадка передана РУП «Гродноэнерго» для строительства ветроэнергетического парка. С 2012 г. г. Новогрудок – участник международной программы «Пакт мэров», согласно которой участники берут на себя обязательства к 2020 г. сократить выбросы парниковых газов на 20%, уменьшить потребление энергии на 20% и увеличить долю возобновляемых источников до 20%. По согласованию с Европейской комиссией в качестве пилотного проекта определено внедрение вакуумной гелиоустановки в детском саду № 10. Для чего выделены средства в размере 34 000 евро.

Город Новогрудок участвует в проекте ГЭФ/ПРООН в области «зеленого» развития города. Цель проекта – установка энергоэффективного освещения в городе.

В регионе постоянно осуществляется модернизация котельных. В 2011 г. Новогрудским районным унитарным предприятием жилищно-коммунального хозяйства введен в эксплуатацию котел мощностью 3 МВт с механической подачей щепы. Работа котла позволила заменить 819 тыс. м³ природного газа на 4597 м³ щепы (уменьшить себестоимость 1 Гкал в 1,5 раза). В 2014 г. планируется ввести в эксплуатацию два котла, работающих на местных видах топлива, общей мощностью 10 МВт. В 2012 г. в ЖКХ введена в эксплуатацию когенерационная установка мощностью 4 МВт. Ее работа позволила вырабатывать электроэнергию и обеспечивать население города круглосуточной подачей воды.

3. Анализ системы снабжения энергоустановок древесной биомассой.

Снабжение древесным топливом энергетических объектов региона осуществляют ГЛХУ «Новогрудский лесхоз» (21 тыс. м³ дров, 20 тыс. м³ топливной щепы, 3,2 тыс. м³ отходов лесопиления,

1,5 тыс. т древесных брикетов), частное унитарное предприятие «Савко» (7,2 тыс. м³ дров), лечебно-трудовой профилакторий № 5 (1,5 тыс. м³ дров, 2,5 тыс. м³ отходов лесопиления), Новогрудский филиал КУП по обеспечению топливом Гродноблтопливо (гортоп) (2,5 тыс. м³ топливная щепа, 700 т пеллеты), Новогрудское районное унитарное предприятие жилищно-коммунального хозяйства (1,34 тыс. м³ дров, 1,21 тыс. м³ топливной щепы) и ряд других организаций (1,37 тыс. м³ дров, 470 м³ отходы лесопиления, 310 м³ прочие виды древесного топлива).

Управление деятельностью Новогрудского филиала КУП по обеспечению топливом «Гродноблтопливо» осуществляет как районная администрация, так и областная. Предприятие располагает 1–2 бригадами, использующими бензиномоторные пилы и двухзвенную погрузочно-транспортную машину для снабжения населения и Новогрудского ЖКХ топливной древесиной. Ежегодно для Новогрудского филиала КУП «Гродноблтопливо» ГЛХУ «Новогрудский лесхоз» выделяет лесные деланки (в основном с дровяной древесиной) по таксовой стоимости (ниже рыночной). Удельный вес топливной древесины, заготавливаемый Новогрудским гортопом, от общего объема невелик и близится к 5%.

Новогрудское районное унитарное предприятие жилищно-коммунального хозяйства, эксплуатирующее районные теплоцентрали, имеет бригаду, выполняющую комплекс работ по заготовке опасных деревьев, произрастающих в регионе, и производству из них дров и топливной щепы для своих котельных.

Доля частных организаций, участвующих в поставке древесного топлива потребителям Новогрудского района, также невелика и составляет около 12%.

Жители сельской местности района имеют возможность приобретать готовые дрова у Новогрудского филиала КУП по обеспечению топливом Гродноблтопливо по фиксированным либо льготным (инвалиды I, II группы) ценам на продажу древесины для топливных нужд населения. Фиксированные цены на продажу дров населению на 50% ниже рыночных (7 евро/пл. м³) и субсидируются государством. Кроме того, жители района могут под руководством Новогрудского лесхоза самостоятельно за свой счет выполнять комплекс работ по очистке леса от захламленности и приобретать заготовленный лес (для дров) по таксовой стоимости – 0,02 евро/пл. м³.

Распределение объемов и видов древесного топлива для потребителей осуществляется на основе «Баланса производства и потребления древесного топлива (сырья) по Новогрудскому

району», утверждаемого Новогрудским исполкомом.

Цены (без НДС) основного поставщика древесного топлива в районе – ГЛХУ «Новогрудский лесхоз» – значительно дифференцируются в зависимости от условий поставки: франко-промежуточный склад, франко-склад лесхоза, франко-склад потребителя, франко-вагон станция отправления. На топливную щепу и дрова на условиях франко-склад потребителя в зависимости от влагосодержания существуют две категории цен. Щепа влажностью 40–60% – 21,7 евро/пл. м³, ниже 40% – 25,9 евро/пл. м³. Дрова (длиной 2 и 4 м, диаметром от 3 см и более) влажностью выше 25% – 18,3 евро/пл. м³, ниже 25% – 22 евро/пл. м³. Отходы лесопиления и деревообработки продаются на условиях франко-склад лесхоза: кусковые – 6 евро/пл. м³, мягкие (опилки) – 7,5 евро/пл. м³. При поставке на экспорт на условиях франко-вагон станция отправления применяются следующие цены: щепа – 32 евро/пл. м³, топливные брикеты – 98 евро/т.

Необходимо отметить, что на внутреннем рынке имеет место несвоевременная оплата за поставляемое ГЛХУ «Новогрудский лесхоз» древесное топливо, что является серьезным барьером для дополнительного инвестирования в развитие системы снабжения древесным топливом.

4. Ресурсный потенциал древесного топлива ГЛХУ «Новогрудский лесхоз». Ежегодный потенциал технически доступного объема древесного топлива (лесосечных отходов, обломков, тонкомерной древесины), образующегося в результате выполнения рубок главного и промежуточного пользования, прочих рубок, может быть определен по формуле [2]

$$V_{от} = \sum_{i=1}^m V_i K_i U_i,$$

где $V_{от}$ – объем образования отходов, тыс. м³/год; V_i – объем заготовки древесины по видам рубок, тыс. м³/год; K_i – коэффициент образования древесных отходов при i -том виде рубки; U_i – коэффициент извлекаемости древесных отходов при i -том виде рубки.

Примем значения объемов по видам рубок исходя из данных предприятия, значения коэффициентов по сложившимся для условий страны показателям. Результаты расчетов сведем в табл. 1. Фактические и прогнозируемые объемы деловой и топливной древесины (V), тыс. м³, по данным предприятия приведены в табл. 2

При наличии лесопильного цеха годовой объем опилок ($V_{оп}$) составит 1 тыс. м³, а кусковых отходов (V_k) – 1,25 тыс. м³.

Таблица 1

Объем древесного биотоплива

| Показатели | годы | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|------------|
| | 2013 | | | | 2020 | | | |
| | V_i | K_i | U_i | $V_{от}^i$ | V_i | K_i | U_i | $V_{от}^i$ |
| 1. Главное пользование: сплошные рубки, тыс. м ³ | 48,3 | 0,2 | 0,25 | 2,42 | 58 | 0,2 | 0,30 | 3,48 |
| 2. Главное пользование: несплошные рубки, тыс. м ³ | 12,0 | 0,3 | 0,2 | 0,72 | 12 | 0,3 | 0,25 | 0,90 |
| 3. Уход за молодняком, тыс. м ³ | 5,7 | 0,8 | 0,25 | 1,14 | 6,0 | 0,8 | 0,30 | 1,44 |
| 4. Прореживание, тыс. м ³ | 27,9 | 0,4 | 0,30 | 3,35 | 36 | 0,4 | 0,30 | 4,32 |
| 5. Выборочно-санитарные рубки, тыс. м ³ | 17,0 | 0,3 | 0,20 | 1,02 | 20,0 | 0,3 | 0,20 | 1,2 |
| 6. Прочие, тыс. м ³ | 30,5 | 0,2 | 0,1 | 0,61 | 40 | 0,2 | 0,1 | 0,80 |
| 7. Разработка ветровалов и буреломов, тыс. м ³ | 2,5 | 0,3 | 0,25 | 0,19 | 2,5 | 0,3 | 0,25 | 0,19 |
| 8. Энергетические плантации, тыс. м ³ | – | – | – | – | 3,0 | 0,9 | 0,5 | 1,35 |
| <i>Итого</i> | 143,9 | | | 9,45 | 177,5 | | | 13,68 |

Таблица 2

Прогнозируемые объемы деловой и топливной древесины

| Показатели | Древесина, тыс. м ³ | | |
|----------------------------|--------------------------------|---------|---------|
| | 2013 г. | 2015 г. | 2020 г. |
| Прогнозируемое предложение | 145 | 150 | 175 |
| В том числе: | | | |
| топливная | 70 | 70 | 85 |
| деловая | 75 | 80 | 90 |

Зная ежегодные объемы древесного топлива по видам сырья в натуральном выражении можно определить его в тоннах условного топлива (т у. т.) по формуле

$$V_r = V_{от} \mathcal{E}_1 + V_m \mathcal{E}_2 + V_{он} \mathcal{E}_3 + V_k \mathcal{E}_4,$$

где \mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 , \mathcal{E}_3 и \mathcal{E}_4 – коэффициенты перевода из метров кубических в тонны условного топлива соответственно для лесосечных отходов, дров, опилок, кусковых отходов, т у. т./м³. Тогда в 2013 г. объем древесного топлива составит:

$$V_r = 9450 \cdot 0,22 + 70000 \cdot 0,266 + 1000 \cdot 0,23 + 1250 \cdot 0,252 = 21\,244 \text{ т у. т.}$$

Прогнозируемый объем древесного топлива в 2020 г. будет равен:

$$V_r = 13680 \cdot 0,22 + 85000 \cdot 0,266 + 1000 \cdot 0,23 + 1\,250 \cdot 0,252 = 26\,164 \text{ т у. т.}$$

Оценим годовое потребление тепловой энергии на коммунальные нужды населением региона модельного леса. Пусть по санитарно-гигиеническим нормам на одного жителя полагается теплоты 3,5 Гкал/год. При численности населения региона 47 тыс. человек расчетное потребление теплоты на коммунальные нужды равно

$$Q_{пот} = 3,5 \cdot 47\,000 = 164\,500 \text{ Гкал} = 688\,604,5 \text{ ГДж.}$$

Тепловой потенциал древесной биомассы региона составит не менее

$$81\,950 \cdot 7,2 = 590\,040 \text{ ГДж.}$$

Таким образом, производство «зеленой» энергии способно покрыть до 80% общей годовой потребности региона в топливе на коммунальные нужды.

5. Мощности по производству древесного топлива. Основным поставщиком древесного топлива в районе является ГЛХУ «Новогрудский лесхоз». Для производства топливной щепы применяется комплексная технология заготовка деловой древесины и щепы в условиях лесосеки. Заготовку древесины выполняют с помощью следующих машин и оборудования [3]: валка, обрезка, раскряжевка – харвестеры «Амкодор 2541», Sampo-Rosenlew SR 1046 PRO, бензиномоторные пилы; трелевка – форвардер «Амкодор 2661-01» и 13 погрузочно-транспортных машин типа МТП-461.1; вывозка – 5 сортиментовозов МАЗ 6303 и 1 сортиментовоз МАЗ 6317. Среднее расстояние вывозки древесины составляет 38,7 км. Топливную щепу получают, прежде всего, из кусковых лесосечных отходов и низкокачественной древесины (дровяной, тонкомерной) путем измельчения сырья на погрузочных пунктах или промежуточных складах передвижной рубильной машиной Jenz НЕМ 561 DQ прямо в кузов автощеповоза МАЗ-5516А8-345+МАЗ-856102-5010.

Топливные брикеты производят из опилок, образуемых в цеху лесопиления, с помощью пресса UMP ВР 420А с производительностью 500 кг/ч. Сушка опилок происходит в сушильном барабане за счет тепла топочных газов, образуемых при сжигании топливной щепы.

Мобильный комплекс машин и оборудования для производства топливной щепы на базе рубильной машины Heizohack НМ 8-400 имеется и в Новогрудском ЖКХ. Доставка щепы на энергообъекты осуществляется автощеповозом МАЗ 642205 + МАЗ-9506 и трактором МТЗ 1523 с прицепом емкостью 30 нас. м³. Для транспортировки дров предприятие имеет двухзвенную погрузочно-транспортную машину МТПЛ-5.

Таким образом, крупногабаритная техника сосредоточена в лесхозе, малогабаритная в ЖКХ и гортопе.

Заключение. Проведенный комплексный анализ и оценка современного состояния использования древесного биотоплива в регионе показали, что несмотря на имеющиеся проблемы, тенденция его использования, как и других возобновляемых источников энергии, носит в регионе положительный устойчивый характер и опирается на частное финансирование, выделяемое по ряду международных проектов.

Удельный вес древесного биотоплива, потребляемого в регионе, составляет 31,3%, что выше среднего показателя по стране, и имеет перспективы роста за счет снижения суммарного потребления топливно-энергетических ресурсов, прежде всего природного газа, на долю которого приходится 60,7%.

К 2020 г. по региону взяты обязательства сократить выбросы парниковых газов на 20%. Для достижения этого целесообразно заинтересованным сторонам провести анализ низкоуглеродных сценариев развития (сценарий «зеленого роста») энергосистемы региона, аудит и модернизацию котлов, работающих на древесной биомассе, обеспечить их техническое обслуживание, организацию обучения операторов с целью поддержания высокого коэффициента полезного действия и более широкого применения древесной щепы.

Анализ факторов со стороны спроса показал, что котельные и топочные, использующие в качестве топлива дрова и топливную щепу, обеспечивают в полном объеме подключенные нагрузки и выполняют санитарные нормы по отоплению и горячему водоснабжению.

Стратегия использования древесной биомассы в регионе учитывает сложившееся раз-

нообразии и пространственное размещение потребляющих энергоисточников, повышенный процент сельского населения (36%) по сравнению со страной (24%) и Гродненской областью (31%), высокую хозяйственную освоенность территории, наличие значительного количества объектов историко-культурного назначения и необходимость повышения их туристского потенциала.

Несмотря на ожидаемое в ближайшее время расширение сети снабжения древесной щепой, в поставках древесного топлива в основном будет преобладать древесное топливо для нужд средних по мощности и бытовых котлов, а также древесина для топливных нужд домохозяйств.

Основным поставщиком древесного топлива для энергоустановок района выступает ГЛХУ «Новогрудский лесхоз», на долю которого приходится почти 80% от общего объема поставок. Годовой ресурсный потенциал технически доступного древесного топлива Новогрудского лесхоза составляет 21 244 т у. т. и возрастет к 2020 г. на 23,1%, что позволит обеспечить до 47% общей потребности района в топливе. Однако в силу экономических и экологических ограничений реальный потенциал на превысит 40%. Определяющим фактором развития производства и потребления энергии в регионе, получаемой из древесного топлива, является постоянное взаимодействие (на стадии планирования) и обмен информацией между заинтересованными сторонами: райисполком, ЖКХ, Новогрудским лесхозом, гортопом и населением.

Литература

1. Федоренчик А. С., Ледницкий А. В., Штукин С. С. Что мы знаем о древесном биотопливе? Минск: РЧУП «Рифтур», 2013. 48 с.
2. Федоренчик А. С., Мохов С. П., Клоков Д. В. Практикум по технологии и оборудованию комплексного использования сырья. Минск: БГТУ, 2004. 132 с.
3. Федоренчик А. С., Ледницкий А. В. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов. Минск: БГТУ, 2010. 446 с.

Поступила 28.02.2014