

## **РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Н. О. Азовская, В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич,  
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,  
Республика Беларусь*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ БЕЛАРУСИ**

The article deals with the issues of ensuring energy security of the Republic of Belarus and the emerging problems of using wood resources from forest farms that have been exposed to radioactive contamination for generating electricity and heat. Currently, interest in the energy use of wood biomass is increasing in the Republic of Belarus and abroad. Consumers are primarily interested in the use of wood waste for fuel, which does not find technological application for various reasons.

В настоящее время общая площадь лесного фонда Республики Беларусь составляет 9,8 млн га, из них в зонах радиоактивного загрязнения находится около 1,59 млн га (16,6 %). Уменьшение площадей радиоактивного загрязнения лесного фонда республики и снижение активности древесины происходит за счет естественного радиоактивного распада [1]. Общий запас древесины на корню оценивается в 1,7 млрд м<sup>3</sup>, а ежегодный средний прирост составляет 32 млн м<sup>3</sup>. В хозяйственный оборот ежегодно вовлекается большой объем древесных ресурсов. В 2018 г. площадь рубок леса составила 499,1 тыс. га и было заготовлено 28,6 млн м<sup>3</sup> ликвидной древесины [2].

В настоящее время в Беларуси действует более 3,3 тысяч источников энергии на местных топливно-энергетических ресурсах (ТЭР) суммарной электрической мощностью более 130 МВт и тепловой мощностью более 6800 МВт, в т. ч. более 20 мини-ТЭЦ (суммарной электрической мощностью 130 МВт и тепловой мощностью – около 350 МВт). Для нашей страны, импортирующей около 80–85 % всех ТЭР, задача по максимальному вовлечению в топливно-энергетический баланс местных видов ТЭР и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является первостепенной. Широкое использование в республике местных ТЭР и ВИЭ, позволяет повысить энергетическую

безопасность государства и способствует развитию собственных технологий и производству соответствующего оборудования. Кроме того, использование местных ТЭР, как правило, является экологически безопасным.

В соответствии с Программой энергосбережения Беларуси стратегической целью является увеличение до 30 % доли местных видов топлива. Ежегодно лесхозы республики для нужд тепловой энергетики заготавливают 4,5 млн т древесного топлива.

Исходя из данных о ресурсном потенциале местных и возобновляемых источников энергии и экономически целесообразном объеме их использования можно прогнозировать увеличение этого показателя в 2020 г. до 5 млн т у.т. Рост доли местных видов ТЭР в балансе котельно-печного топлива позволит уменьшить объемы импорта энергоносителей, а также придать дополнительный импульс развитию перспективных направлений в области энергетики. В результате не только сократится энергозависимость, но и за счет сохранения финансовых ресурсов внутри страны будет достигнут дополнительный экономический эффект (увеличение рабочих мест, создание новых высокотехнологичных производств, рост налогооблагаемой базы и др.).

Национальная программа разработана в целях комплексного решения рассматриваемой проблемы. Ожидается, что к 2020 г. в эксплуатацию будет введено 138 источников энергии на местных видах топлива. Годовой объем потребления топливной древесины одной мини-ТЭЦ Беларуси в зависимости от мощности колеблется от 40 до 60 тыс. м<sup>3</sup> [3].

В рамках программ и планов мероприятий, реализуемых в республике, решаются задачи по использованию древесного топлива для производства тепловой и электрической энергии, повышению энергоэффективности экономики страны и снижению доли импортируемых энергоресурсов. Характерным для развитых стран является высокая степень использования в качестве топлива древесных отходов. Это связано с тем, что рост цен на традиционные виды топлива (мазут, уголь и дизельное топливо), а также ужесточение контроля над утилизацией отходов и стремление

перерабатывающих производств снизить свои затраты, стали основными факторами заметного увеличения в последнее время интереса к средним и малым автономным источникам электрической энергии. Кроме этого дополнительный интерес обуславливается тем фактом, что в качестве топлива данные автономные источники электроэнергии применяют отходы биомассы, и, в частности, так называемые возобновляемые источники энергии.

Древесина – это единственный вид топлива, естественно возобновляющийся в больших объемах, в то время как запасы горючих ископаемых ограничены. Затраты труда на добычу ископаемых видов топлива с течением времени увеличиваются, в то время как трудоемкость заготовки древесины уменьшается. Важное значение имеет и экологический аспект: древесное топливо практически не содержит серы, поэтому в дымовых газах при сжигании древесины не содержится сернистого и серного газа, а содержание окиси углерода в современных энергоустановках ТЭС минимально [4].

Вовлечение в топливный баланс древесных отходов может полностью удовлетворить потребность в топливе лесной отрасли. Основными источниками образования отходов являются различные лесопромышленные комплексы и деревоперерабатывающие предприятия. Древесные отходы образуются в большом количестве практически на всех стадиях технологического процесса: лесозаготовки, лесопиления и деревообработки.

Согласно СТБ 1867-2017 «Отходы древесные. Общие технические условия» к отходам лесозаготовки относятся обрезки хлыстов, вершины, сучья, ветви, пни, корни, кора [5]. Образующиеся древесные отходы можно классифицировать:

- по сортименту исходного сырья (отходы пиломатериалов, отходы фанеры и древесноволокнистых плит, отходы древесностружечных плит);
- по породам древесины (хвойная, лиственная);
- по влажности (сухие – до 15 %, полусухие – 16–30 %, влажные – более 31 %).

В своем естественном виде отходы лесозаготовок практически

малотранспортабельны, поэтому при использовании в качестве топлива они предварительно измельчаются в щепу. К отходам, объем которых зависит от используемого для раскря оборудования, относят опилки. Объем древесины, переходящей в опилки, зависит от толщины пил: чем тоньше пила, тем меньше образуется опилок.

Для контроля радиационного фона и измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения внешнего облучения в диапазоне 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч применяется дозиметр-радиометр МКС-АТ6130 (рис. 1) [6].



Рис. 1. МКС-АТ6130: 1 – мембранная панель управления; 2 – жидкокристаллический индикатор (ЖКИ); 3 – светодиодный индикатор

Необходимость снижения активности древесного сырья, используемого как местное топливо на крупных энергоустановках, обусловлено вероятностью загрязнения окружающей среды зольными остатками с высокими концентрациями радионуклидов. В 2010 г. Национальной академией наук Беларуси были разработаны и предложены для практического применения допустимые уровни содержания цезия-137 до 200 Бк/кг в древесном топливе (дровах и древесных отходах для изготовления топлива), используемом в промышленных котельных и мини-ТЭЦ тепловой производительностью 0,1 МВт и более. Это позволит обеспечить безопасное обращение с зольными отходами. Радиоактивное загрязнение древесины и древесных отходов, применяемых в качестве топлива для мини-ТЭЦ, приводит к загрязнению атмосферы и почвы зольными остатками с высокими концентрациями

радионуклидов. Для предотвращения экологических чрезвычайных ситуаций вокруг объектов тепловой энергетики, использующих древесное топливо, необходимо заготовителям и потребителям этой продукции осуществлять контроль радиоактивного загрязнения топлива и обязательно зольных отходов (остатков). Для снижения экономических затрат на заготовку и транспортировку древесины к объектам, вырабатывающих тепловую и электрическую энергию, целесообразно строить эти объекты вблизи деревоперерабатывающих производств лесхозов. Это значительно повысит рентабельность производств и снизит материальные затраты на производство продукции за счет использования в энергетическом балансе собственной электрической и тепловой энергии и образующихся древесных отходов. Вторичное тепло может быть использовано для производства овощной продукции в тепличных комплексах.

При использовании древесного топлива с содержанием радиоцезия 137 до 200 Бк/кг образуется зола с активностью меньшей, чем радиоактивные отходы (РАО, 10000 Бк/кг). При сгорании древесной биомассы образуется от 1 до 8 % золы. Зольность зависит от состава древесной биомассы. Максимальное количество золы образуется при сгорании коры и минимальное количество при сгорании стволовой древесины. Древесная зола является ценным комплексным фосфорно-калийным и известковым удобрением, т. к. в ней содержится до 7 % фосфора, до 15 % калия и до 40 % кальция. Один килограмм золы заменяет 220 г гранулированного суперфосфата, 240 г хлористого калия и 500 г извести. И хотя в золе нет азота, но она содержит 30 полезных микроэлементов, причем в концентрированном виде: магний, железо, кремний, сера, бор, марганец. В отличие от промышленных удобрений зола не содержит хлора, снижает кислотность почвы, повышает зимостойкость посадок, разлагает органику, делая ее более доступной для растений.

Для обеспечения радиационной безопасности работников деревообрабатывающих производств измеряли радиологические условия на рабочем месте следующих показателей: мощности дозы внешнего облучения, плотности потока бета-частиц и удельной активности. Измерение удельной

активности древесного топлива осуществляется гамма-радиометрами РУГ-91-2 (рис. 2), РКГ-АТ1320А, которые позволяют контролировать активность в диапазоне от 3,7 до  $10^5$  Бк/кг [6].



Рис. 2. Общий вид гамма-радиометра РУГ-91-2

Радиационный мониторинг лесного фонда осуществляется на постоянных пунктах наблюдения (ППН), образующие первичную сеть радиационного мониторинга леса (РМЛ). Задачами РМЛ являются изучение динамики и факторов, влияющих на накопление цезия-137 в контролируемых объектах.

**Заключение.** Использование древесных отходов лесозаготовки, лесопиления и деревообработки в качестве топлива есть завершающая фаза лесопромышленного производства, придающая ему безотходный характер и направленная на повышение эффективности мер по охране природы. Вовлечение в топливный баланс лесопромышленными предприятиями древесных отходов – это наиболее эффективный способ сбережения горючих ископаемых для последующих поколений, запасы которых в природе уменьшаются все возрастающими темпами.

Для обеспечения радиационной безопасности работников лесного хозяйства и деревообрабатывающих предприятий все поступающее сырье, в том числе и древесное топливо, подвергаются радиационному контролю [7].

Таким образом, использование местного древесного топлива может и должно быть эффективным, способствуя повышению энергетической безопасности страны, при комплексном научном подходе к данной проблеме.

Древесные отходы, используемые в энергетике, способствуют выполнению задачи по обеспечению энерготехнической безопасности Республики Беларусь и эффективному использованию лесосырьевых ресурсов и древесных отходов в качестве топливного сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2018. – Минск: Национальный статистический комитет РБ, 2018. – 490 с.
2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. / Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет РБ, 2019. – 200 с.
3. Государственная программа «Энергосбережение на 2016–2020 годы». Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 248 от 28.03.2016.
4. Перетрухин, В. В. Радиационный контроль древесного топлива для энергетических установок на примере ОАО «Ивацевичдрев» / В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич, В. Н. Босак // Лесная и деревообрабатывающая промышленность. Труды БГТУ. – 2015. – № 2 (175). – С. 202–205.
5. СТБ 1867-2017 «Отходы древесные. Общие технические условия». Введ. 01.10.2017. – Минск: БелГИСС, 2017. – 12 с.
6. Чернушевич, Г. А. Радиационная безопасность. Лабораторный практикум: учеб. пособие для студентов по профилю образования «Техника и технологии» / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин. – Минск: БГТУ, 2018. – 198 с.
7. Перетрухин, В. В. Дозиметрическое и радиометрическое обеспечение радиационной безопасности на ОАО «Ивацевичдрев» / В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич // Лесная и деревообрабатывающая промышленность. Труды БГТУ. – 2014. – №2 (166). – С. 135–139.