

заготовок древесины, что характерно для большинства лесозаготовительных предприятий.

### Библиографический список

1. Коробов В.В., Рушнов Н.П. Использование низкокачественной древесины и древесных отходов. Лесная промышленность. – М., 1987. – 88 с.
2. Студопедия.ru [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https:// studopedia.ru](https://studopedia.ru) (дата обращения 18.11.17).
3. Калитиевский Р.Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент. – СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. – 480 с.

УДК 662.6:620

Маг. Д.Р. Иванов  
Рук. А.А. Добрачев  
УГЛТУ, Екатеринбург

### **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОБЪЕМЫ ВЫХОДА ДРЕВЕСНОГО БИОТОПЛИВА**

В специальной технической литературе, в справочниках, учебниках и периодике это сырье называют «отходы лесопользования», «порубочные остатки», «лесосечные отходы», «некондиционная древесина» и прочими уничижительными названиями, подчеркивая характеристику продукта, как бросового, доставляющего лишь проблемы с его утилизацией. Если посмотреть на проблему, возникающую с этими отходами при заготовке и переработке древесины объемом 136 млн м<sup>3</sup> в год в России и полезном выходе продукции из нее не более 26 %, то становится страшно от такого количества мусора – 70 млн т ежегодно. Необходимо решать в государственном масштабе вопрос о переработке этих «отходов». Тем более что они в основном являются ценным технологическим сырьем в ряде развитых стран и приносят огромную прибыль. Нам представляется, что первым шагом в решении комплекса проблем, связанных с переработкой отходов лесопользования, должно стать их включение в официальный экономический оборот и классификатор под названием «вторичные ресурсы лесопользования».

В практике переработки этого вторсырья применяются несколько видов конверсии: газогенерация, пиролиз, каталитический реформинг, био-конверсия, энергетическая, гидролиз, прямое сжигание. Отметим, что все эти виды конверсии в разной степени развивались в России до 1991 г., затем

большинство из них прекратило свое существование. Осталось только топливное применение отходов из низкокачественной древесины, и то только в силу неизбежной необходимости. Россия – северная страна и проблема теплоэнергетики касается благополучия всего населения и в первую очередь ЖКХ муниципальных образований. Одним из перспективных направлений повышения энергоэффективности ЖКХ является его модернизация за счет технологий сжигания древесного вторсырья взамен угля, мазута, дизтоплива и электроэнергии.

В целях уменьшения зависимости области от внешних поставок топлива, в связи с постоянно возрастающей стоимостью мазута, дизельного топлива, каменного угля и природного газа назрела настоятельная необходимость создания структуры собственной топливной отрасли на основе местных сырьевых ресурсов (древесные отходы, торф, отходы сельскохозяйственного производства, твердые бытовые отходы). Анализ распределения 1761 котельных муниципальных образований Свердловской области по видам топлива следующий: уголь – 815; мазут – 71; древесина – 134; электроэнергия – 235; газ – 506. Мощности этих котельных находятся в пределах 0,1–4,5 МВт, наиболее распространенный мощностной ряд котельных 0,8–1,5 МВт. Учитывая, что практически все (за исключением 4) города области обеспечены сетевым газом, перспективными для перевода на биотопливо остаются котельные лесных поселков, деревень, небольших промышленных предприятий и ферм, турбаз, заповедников, подразделений ФСИН и прочих. Большую долю в этой сфере занимает индивидуальное жилье, которое не обеспечено газом в связи с высокой стоимостью сетей. Эту нишу теплоснабжения должна освоить малая распределенная энергетика – теплоснабжение на вторичных ресурсах древесины на основе автоматизированных котлоагрегатов небольшой мощности – до 1,5 МВт, с минимальной протяженностью тепловых сетей [1].

Отсюда возникает вопрос о видах котлоагрегатов и свойствах древесного топлива, обеспечивающих их надежную работу в автоматическом режиме. Понятно, что обслуживать автономные мелкие котельные по отдельности не имеет никакого смысла в плане экономики. Единицы теплогенерации в распределенной энергетике управляются из одной диспетчерской службы, являющейся центром обслуживания, ремонта и снабжения топливом. Котлоагрегаты должны обеспечиваться топливом непрерывно в автоматическом режиме и поставляться в резервные склады по мере использования. Следовательно, топливо должно быть определенных форм и размеров и обеспечивать равномерную калорийность своего состава. Сегодня из 10 известных видов древесного топлива таким условиям отвечают три вида так называемого нормированного топлива: топливная щепка

ГОСТ 17462.84, топливные брикеты ГОСТ Р55114-2012 и пеллеты ГОСТ Р55115-2012 [2, 3, 4].

Сегодня в Уральском регионе работают сотни котельных на щепе, которые обеспечивают теплом промышленные предприятия и прилегающие к ним поселки теплом и горячей водой, но вот крупных котельных на пеллетах или брикетах пока нет. Есть котлы мощностью 0,5 МВт, дающие тепло малым производствам, магазинам, базам, автозаправкам, есть много теплогенераторов в частном секторе, т.е. процесс в малой распределенной энергетике пошел! К сожалению, эффективных и надежных котлоагрегатов отечественного производства нет, пользуемся в основном зарубежными: из Чехии, Австрии, Германии. Странно, что в Свердловской области, центре машиностроения РФ, отсутствует выпуск энергоэффективных котлов, особенно газогенераторных, разработки которых в области ведутся давно и успешно. Не изготавливаем мы и оборудование для производства пеллет и брикетов, в то время как машиностроение не имеет рынков сбыта своей продукции. Около 40 комплектов заводов по производству нормированного топлива закуплены в область из других регионов и в зарубежье, из них 34 смонтированы, работают и обеспечены сбытом продукции.

Развитие региональной биоэнергетики связано с рядом факторов: в первую очередь наличием ресурсов древесины, развитием газовых сетей или избытком электроэнергии. Очевидно, что в первую очередь в каждом муниципальном образовании, прежде чем начать внедрение биоэнергетики, необходимо определиться с наличием достаточного количества сырья. По данным разных источников, количество древесного вторсырья значительно отличаются, что свидетельствует об отсутствии общепринятой методики их определения (таблица).

Выход вторичных ресурсов, (%) от объемов заготовки и переработки леса

Экономические районы	Лесосечные отходы, %		Нижнескладские отходы, %		Отходы деревообработки, %	
	min	max	min	max	min	max
Северо-западный	11,2	13,4	3,4	5,5	26,4	32,6
Центральный	12,6	15,8	4,1	5,2	23,9	38,4
Уральский	11,2	14,5	3,2	4,9	25,6	31,6
Западно-сибирский	10,4	12,8	3,7	5,3	20,1	34,6
Восточно-сибирский	13,1	15,4	3,4	4,8	24,2	32,7

Как видно из таблицы, показатели выходов вторичных ресурсов древесного сырья существенно отличаются не только по регионам, но и в пределах каждого отдельно взятого региона, и это связано как с различием в методиках определения ресурсов, так и с целым рядом других факторов.

Для лесосечных вторичных ресурсов, к которым относятся сучья, ветви, мелкотоварная и фаутная древесина, обломки деревьев, сухостои, можно выделить следующие показатели.

Таксационные характеристики: состав насаждения, класс возраста, полнота, бонитет. Объем вторичных ресурсов снижается по мере снижения класса бонитета, но к IV–V классам увеличивается в связи с увеличением числа тонкомерной и низкокачественной древесины. Состав насаждения, количество в нем мягколиственных пород влияют на процент низкокачественной и дровяной древесины, в ряде случаев достигающей 57 % объема рубки. Объем сучьев и ветвей при низкой полноте насаждений всегда выше, чем при высокой. Класс возраста насаждений предопределяет виды рубок, которые делятся на главные рубки и рубки ухода.

К другому важному фактору относятся вид рубок. В рубках главного пользования лесосека разрабатывается в 1 прием с последующей вывозкой делового кругляка и сбором порубочных остатков, которые достигают значительных объемов в зависимости от факторов, указанных выше. Рубки ухода, при которых вырубает деревья, не отвечающие хозяйственным требованиям, объемы вторичных ресурсов будут выше при прореживании.

Следующим фактором влияния считаем способы рубок, которые можно разделить на 3 категории: сплошные, постепенные и выборочные. Количество втор сырья в сплошных рубках больше, так как вырубается значительная часть древостоя разом.

Немаловажное значение на выход древесного вторсырья от лесосек являются лесохозяйственные требования, которые очень различаются в разных регионах и даже в пределах одного региона. В зависимости от них лесосечные остатки сжигаются, укладываются в волокна, остаются на перегнивание вразброс или в виде щепы.

Как видно, вопрос определения топливного сырья от лесосечных работ непрост и включает в себя несколько переменных факторов, что дает простор к математическому подходу его решения. Отметим, что в силу неопределенности расчетов объемов лесосечных отходов в РФ не ведутся конструктивные разработки техники для сбора, переработки и транспортировки древесного сырья из лесосек, а основные виды нормированного топлива изготавливаются из отходов деревопереработки. При этом различают три вида вторичных ресурсов: складские, лесопильные и ресурсы деревообработки. Первые два вида ресурсов имеют повышенную влажность и подлежат сушке перед переработкой, а отходы деревообрабатывающих производств могут использоваться непосредственно в топливо или идти в дальнейшую переработку на топливные пеллеты или брикеты без предварительной сушки.

Объемы отходов этих производств стабильны и зависят на складах от состава перерабатываемого сырья и степени его переработки, в цехах – от видов продукции и степени ее изготовления. Проценты выхода вторичного сырья на нижнем складе колеблются в пределах 4,5–5,0, а в деревообработке – до 25.

#### Библиографический список

1. Добрачев А.А., Мехренцев В.А., Шпак Н.А. Ресурсы биотоплива Свердловской области и их использование // Ресурсы биотоплива Свердловской области и их использование: справочник. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – С. 489.

2. ГОСТ 17462-84. Продукция лесозаготовительной промышленности. Термины и определения. Взамен ГОСТ 17462-77; Введ. 1986-01-01. Пост. Гос. комитета СССР по стандартам от 14.12.84. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 10 с.

3. ГОСТ Р55114-2012. Биотопливо твердое. Технические характеристики и классы топлива. Часть 2. Древесные пеллеты для непромышленного использования; Введ. 2014-07-01. Приказом Фед. агенства по тех. регулированию и метрологии от 15.11.2012 № 898-ст. – М.: Стандартиформ, 2014. – 12 с.

4. ГОСТ Р55115-2012. Биотопливо твердое. Технические характеристики и классы топлива. Часть 3. Древесные брикеты для непромышленного использования; Введ. 2014-07-01. Приказом Фед. агенства по тех. регулированию и метрологии от 15.11.2012 №899-ст.– М.: Стандартиформ, 2014. – 11с.

УДК 674

Маг. Б.Е. Карылин  
Рук. В.В. Чамеев  
УГЛТУ, Екатеринбург

#### **АЛГОРИТМЫ И МАШИННЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ: ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ КОМПОНЕНТ-ПРОГРАММЫ «СТАНОК» КОМПЛЕКС-ПРОГРАММЫ «ЦЕХ**

Компонент-программу (кп) «СТАНОК» можно рассматривать как самостоятельную программу для решения конкретных задач [1], так и как