

УДК 338.984

А.О. Бадьянов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Сыктывкар, email: andrey.badyanov@bk.ru

ИНСТРУМЕНТЫ МИТИГАЦИИ РИСКОВ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Ключевые слова: древесные отходы, щепа, опилки, переработка отходов, мини электростанции, утилизация отходов.

Вопросы эффективного обращения с отходами производства стоят сегодня в качестве первоочередных на повестке дня многих отраслей отечественной экономики. Не являются исключением предприятия лесопромышленного комплекса страны. Более того, острота вопроса обращения с отходами лесозаготовки и деревообработки с каждым годом обостряется. Целью статьи является выявление возможностей эффективной переработки древесных отходов, возникающих в процессе лесозаготовки и деревообработки. Проанализированы наиболее перспективные направления такой переработки, обеспеченные технологическими возможностями. На основе сравнительного анализа сформулированы преимущества создания мини теплоэлектростанций на древесном топливе для малых и средних предприятий лесной отрасли. Выделены основные преимущества таких мини электростанций. Приведены различные зарубежные и отечественные примеры их успешной эксплуатации. Сделан вывод о необходимости более широкого применения мини теплоэлектростанций различного типа и мощности, работающих на древесных отходах и ориентированных на автономных пользователей, расположенных вне централизованных сетей тепло- и энергоснабжения.

А.О. Badyanov

Syktывkar State University named after Pitirim Sorokin, Syktывkar,
email: andrey.badyanov@bk.ru

MITIGATION TOOLS FOR WASTE MANAGEMENT RISKS IN FOREST INDUSTRY ENTERPRISES

Keywords: wood waste, chips, sawdust, waste processing, mini power plants, waste disposal.

The issues of efficient waste management are currently high on the agenda of many sectors of the domestic economy. Enterprises of the country's forest industry complex are no exception. Moreover, the urgency of the issue of waste management from logging and woodworking is becoming more acute every year. The purpose of the article is to identify opportunities for efficient processing of wood waste generated during logging and woodworking. The most promising areas of such processing, provided with technological capabilities, are analyzed. Based on a comparative analysis, the advantages of creating mini thermal power plants on wood fuel for small and medium-sized enterprises in the forestry industry are formulated. The main advantages of such mini power plants are highlighted. Various foreign and domestic examples of their successful operation are given. A conclusion is made about the need for a wider use of mini thermal power plants of various types and capacities operating on wood waste and aimed at autonomous users located in all centralized heat and power supply networks.

Наличие высоких и разнообразных рисков осуществления деятельности предприятиями лесопромышленного комплекса в настоящее время требует разработки механизма управления рисками, а также разработки конкретных мероприятий по сокращению рисков. В процессе предшествующих исследований было установлено, что одним из ключевых рисков современной деятельности является риск управления отходами.

В настоящее время для предприятий лесопромышленного комплекса проблема утилизации отходов является одной из ключевых, а невыполнение требований по обращению с отходами древесного сырья на лесосеках и на деревообрабатывающих предприятиях становится ключевым фактором риска приостановки (прекращения) деятельности предприятий вследствие нарушения законодательства в области обращения с отходами.

Нужно отметить, что риски нарушения законодательства в области обращения с отходами у отечественных предприятий лесопромышленного комплекса в последний год значительно выросли. С 2023 года вступили в силу поправки в Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», направленные на стимулирование в стране процесса перехода к циркулярной экономике (экономике замкнутого цикла), где все отходы перерабатываются во вторичные ресурсы, которые снова вовлекаются в хозяйственный оборот.

Это поставило многие лесопромышленные предприятия перед жестко регулируемым требованием обязательной утилизации всех производимых ими отходов. Более того, законом предусмотрены существенные штрафы за использование экологически вредных и опасных способов утилизации древесных отходов. Это, в свою очередь, остро поставило задачу поиска наиболее эффективных и экологически безопасных способов переработки древесных отходов и создания нового специального производственного оборудования по переработке различных видов древесных отходов, а также выпуск такого оборудования в необходимом лесозаготовителям и деревообработчикам количестве и по приемлемым ценам.

Цель исследования

Целью исследования является проведение анализа и оценка возможностей и препятствий в обеспечении эффективной переработки древесных отходов, возникающих в процессе лесозаготовки и деревообработки с акцентом на малые и небольшие предприятия отрасли.

Материалы и методы

В качестве методов исследования использованы классические методы библиографического и сравнительного анализа, аналитический метод.

В качестве основного объекта для аналитического исследования взяты предприятия лесозаготовки и первичной деревообработки. Направления и возможности переработки отходов целлюлозно-бумажной, мебельной, фанерной, лесохимической и других подотраслей

лесной промышленности не анализировались в силу меньшей остроты ситуации в этих подотраслях. Для определения наиболее эффективных способов переработки древесных отходов взяты примеры успешной реализации проектов по переработке древесных отходов лесной отрасли зарубежных стран со сходной структурой организации производства лесозаготовок и деревообработки, а также климатическими условиями и структурой лесного фонда. Для оценки технологических возможностей и экономической целесообразности применения различных технологий переработке древесных отходов лесной отрасли использованы материалы профильных научно-технических и практико-ориентированных изданий.

Результаты исследования

В настоящее время практика предлагает несколько основных способов переработки древесных отходов во вторичные ресурсы, которые затем можно использовать в других секторах экономики [1-3]. Среди них наиболее активно обсуждаются такие возможности дальнейшего использования древесных отходов, как производство электроэнергии и тепла для собственных нужд и на продажу, применение вторичного древесного сырья в качестве различных продуктов для сельского хозяйства, включая цепочку создания органических удобрений, применение вторичного древесного сырья для восстановления защитных лесных полос, в качестве древесной основы для создания различных органических сорбентов и другие способы и технологии [4-6]. Наиболее распространенные и экономически эффективные способы вторичного использования древесных отходов приведены на рисунке 1.

Методы переработки древесных отходов также различаются между собой. Это зависит от качества, состояния и вида древесных отходов. Наиболее значимые различия дает степень влажности отходов, поскольку это определяет технологические особенности их переработки. Так, сухие отходы обладают наибольшей коммерческой привлекательностью по сравнению с мокрыми, поскольку требуют меньшего объема операций по доведению до уровня сухости.

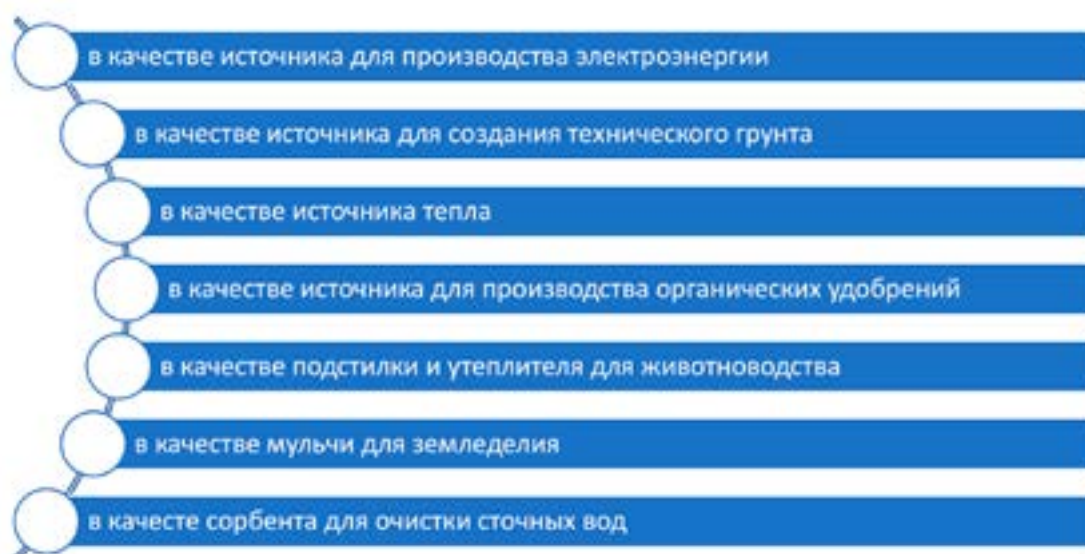


Рис. 1. Основные направления хозяйственного использования переработанных древесных отходов

Источник: составлено автором

На деревообрабатывающих предприятиях наибольшую часть отходов составляют опилки и стружки, а также различные небольшие бруски.

Стружка чаще всего бывает в сухом виде, поэтому ее переработка и использование достаточно легкие: стружку можно прямо использовать для отопления или продавать сельскохозяйственным предприятиям на подстилку животным.

Переработка опилок более сложная, поскольку они влажные, а известные способы обработки древесных отходов требуют сухое сырье. Поэтому в настоящее время практически единственным товарным видом переработки опилок является изготовление различных видов прессованной древесной продукции, включая древесные пеллеты.

Что касается лесозаготовительных предприятий, то все образующиеся у них отходы характеризуются высокой степенью влажности в силу естественных причин.

Одним из наиболее распространенных на практике способов переработки древесных отходов считается сегодня производство щепы. Сама по себе древесная щепа является многофункцио-

нальным продуктом и может использоваться в качестве товарного продукта для декоративных целей, как материал для копчения, а также в сельском хозяйстве как подстилка и утеплитель для животных или в теплицах и на огородах в качестве мульчи. Также щепа может быть использована для выработки электрической и тепловой энергии, в работе сушильных камер и т.д.

В целом нужно отметить, что именно энергетическое направление использования древесных отходов является наиболее проработанным отечественными исследователями [7-8].

Что касается практической переработки древесных отходов, то здесь, прежде всего, нужно обозначить проблему экономической целесообразности и рентабельности такой переработки, что во многом зависит от размеров предприятий. Многие существующие способы переработки являются достаточно дорогостоящими и применяются преимущественно крупными предприятиями-комплексами.

Дороговизна многих способов переработки древесного сырья связана со следующими их особенностями.

Во-первых, с высокими первоначальными инвестиционными затратами, которые определяются высокой стоимостью многих видов оборудования и сложностью технологий переработки.

Во-вторых, с маркетинговыми и технологическими особенностями процесса выпуска готовой продукции, обусловленными тем, что существующее в настоящее время оборудование чаще всего предназначено для выпуска больших объемов готовой продукции, для которой нужно найти сбыт. С этой проблемой, в частности, столкнулись производители древесных пеллет, продажи которых на российских рынках очень ограничены, несмотря на все усилия центральных и региональных властей по стимулированию внутреннего спроса на древесные топливные брикеты.

В-третьих, с технологическими потребностями обеспечения процесса переработки большим количеством древесного сырья для обеспечения рентабельного объема выпуска готовой продукции.

Перечисленные особенности большинства способов переработки древесного сырья жестко ограничивают круг предприятий, обладающих способностью их реального применения в рамках своих производств, в первую очередь, это крупные лесозаготовительные и деревообрабатывающие комплексы, включающие целый ряд разнотипных предприятий, а также обладающие значительным объемом отходов производства. Что же касается возможностей средних предприятий, а уж тем более мелких, то многие способы переработки древесных отходов для них закрыты по финансовым основаниям.

В этих условиях наиболее реалистичным направлением коммерческой утилизации отходов на небольших лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятиях является такой способ переработки отходов как производство электроэнергии и тепла на мини теплоэлектростанциях [9-11].

Изучение возможностей и целесообразности применения данного способа утилизации древесных отходов показало следующее.

1. Применение предприятиями ЛПК в качестве технологии утилизации древесных отходов их использование в каче-

стве сырья для мини теплоэлектростанций позволяет многим предприятиям лесозаготовительной и деревообрабатывающей отрасли обеспечить эффективную утилизацию отходов лесозаготовки и отходов производства разрешенным законодательством способом.

2. Мини теплоэлектростанции обеспечивают деревообрабатывающие предприятия постоянным источником тепловой и электрической энергии, которая является автономной и высоконадежной, защищая предприятия от несанкционированных и долговременных сбоев в подаче электроэнергии в общих электрических сетях.

3. Производство собственной тепловой и электрической энергии обеспечивает снижение затрат на энерго- и теплоносители для собственных нужд, снижая тем самым себестоимость продукции.

4. Более широкое применение таких электростанций повышает устойчивость региональных энергетических систем, позволяя обеспечивать электроэнергией не только само производство, но и близлежащие населенные пункты. Тем самым выполняется важная социальная функция бизнеса в рамках концепции его социальной ответственности.

5. Создание сети из таких мини электростанций в энерго-дефицитных регионах позволяет обеспечить население и бизнес этих регионов устойчивой энергетикой, не зависящей от центральных сетей.

Нужно отметить, что за рубежом накоплен уже достаточно большой опыт применения таких электростанций, как предприятиями лесной отрасли, так и местными общинами. Прежде всего, инициатива исходит из таких стран как Швеция, Финляндия, Норвегия, Германия, Бельгия, где применение мини теплоэлектростанций на основе переработки древесных отходов и биомассы уже является достаточно популярным, а технологии и оборудование для такой переработки создаются в широкой линейке технологических установок, различающихся по производительности.

Наиболее распространенными в странах Европы являются мини теплоэлектростанции, производимые компанией Wartsila Biopower [12]. Их действие основано на запатентованной техноло-

гии сжигания биомассы Wartsila Bio-Grate с высокой эффективностью и низким уровнем выбросов NOx и CO2 [13, с.80]. Кроме того, технология Bio-Grate, составляющая основу всех установок Wartsila BioPower, позволяет сжигать биомассу с содержанием влаги до 65%, что делает эти установки весьма универсальными и экономичными, поскольку не требует предварительной подготовки биомассы, как это происходит в пеллетном производстве. Основным сырьем для биотопливных установок Wartsila являются отходы древесины, включая отходы лесопиления, отходы от очистки леса, опилки, щепа и кора. Помимо этого, линейный ряд мини теплоэлектростанций Wartsila включает установки, работающие на биомассе от сельскохозяйственного производства, что весьма востребовано в странах Южной Европы. В результате география применения биоэнергетических станций BioPower включает, помимо Швеции, также Финляндию, Германию, Бельгию, Ирландию, Норвегию, Белоруссию, Россию (до 2022 года эти установки предлагались и на российском рынке, а на ряде крупных деревообрабатывающих комбинатов европейской части страны были созданы в 2000-х годах).

Так, в Германии в г. Баден-Баден с помощью биоэнергетической станции BioPower производится 6,2 МВт электричества и 3,5 МВт тепла, что является очень важной референцией на рынке Германии, т.к. она производит энергию из местного биологического сырья и находится близко к потребителям [12, с.82].

В Швеции наиболее известным и изученным примером применения мини электростанции, где источником получения энергии выступали побочные древесные продукты лесной промышленности, является функционирование с 2006 года комбинированной биоэнергетической станции BioPower 5DH. Эта станция, построенная для общины Тролльхяттан в Швеции, вырабатывает в год 3,5 МВт электроэнергии и 17 МВт тепла для отопления жилых домов, что соответствует 30% потребности в тепле муниципалитета Тролльхяттан.

Другим примером применения установки BioPower 5DH в Швеции является обеспечение теплом и электроэнергией

жителей общины Мотала на побережье озера Вяттерн в южной Швеции с населением около 30 000 человек [12, с.81]. С помощью установки производится 17,5 МВт тепловой энергии для централизованного теплоснабжения и 3,7 МВт электрической энергии, получаемых от утилизации отходов деревообработки от местной лесной промышленности.

Нужно отметить, что опыт применения выпускаемых Wartsila BioPower установок BioPower, работающих на древесных отходах, имеется и в России, и в Белоруссии. Так, например, комбинированная биоэнергетическая станция BioPower на древесных отходах применяется с 2009 года для обеспечения электрической энергией и теплом жителей г. Пружаны Республики Беларусь [13].

Что касается России, то практически первым примером применения установок BioPower от Wartsila является оборудование в 2006 году ОАО «Онега-Энергия» двумя установками BioEnergy 17 с резервным дизельным котлом мощностью 9 МВт. Общая мощность котельной установки составляет 43 МВт, что является самой большой установкой на северо-западе России. Построенная котельная работает на влажных кородревесных отходах. Котельная установка «Онега» вырабатывает горячую воду для отопления и горячего водоснабжения г. Онеги на берегу Белого моря. Котельная установка Wartsila дает не только экономический эффект благодаря замене угля на отходы лесопиления, но также обеспечивает хороший экологический эффект. Следует отметить, что ОАО «Онега-Энергия» входит в состав ПАО «Сегежа Групп» (Segezha Group PJSC) – крупный лесопромышленный холдинг с полным циклом собственной лесозаготовки, применением экологичных технологий глубокой переработки древесины и максимально безотходного использования сырья и специализацией на выпуске широкой линейки продукции [14]. Однако, как уже указывалось выше, строительство таких станций под силу только крупным предприятиям, а также муниципалитетам.

Для небольших лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий доступны только мини теплоэлектростанции, которые должны быть созданы

отечественными машиностроителями. Нужно отметить, что такие установки уже есть, которые достаточно активно применяются на лесопильных заводах, где вырабатываемое ими тепло используется для сушки древесины.

Что касается оценки экономической эффективности применения мини теплоэлектростанций отечественными лесозаготовительными и деревообрабатывающими предприятиями небольшой мощности, то расчеты показывают, что благодаря комбинированной выработке тепловой и электрической энергии на основе древесных отходов производства можно достичь значительного снижения стоимости используемой в производстве тепловой и электрической энергии.

В настоящее время машиностроительными предприятиями России разработаны и предлагаются потребителям линейка контейнерных электростанций, работающих на древесных отходах. При этом заявленная производителями себестоимость электроэнергии, производимой с помощью таких электростанций, составляет 1,5-2 руб. за кВт/час. Сравнивая данные значения со стоимостью электроэнергии, получаемой от центральных энергосбытовых компаний страны, объединенных в Единую энергетическую систему России или поставляемую от крупных предприятий, имеющих собственные энергетические мощности, можно подсчитать сумму такой экономии для 1 кВт/часа. Так, средняя цена тарифа (руб./кВт*ч) поставок из централизованных сетей в сентябре 2024 года составляла по стране для средних предприятий от 5,95 руб. до 9,52 руб. [15], достигая для малых предприятий и индивидуальных предпринимателей размера 12,03 руб. [16]. Таким образом, сравнительный анализ показывает возможность экономии на стоимости 1 кВт/часа электроэнергии в 4-6 раз, что подтверждает экономическую эффективность производства собственной электроэнергии на биотопливных мини станциях.

Выводы

На основе проведенного анализа возможностей и препятствий в обеспечении эффективной переработки древесных отходов, возникающих в процессе лесозаготовки и деревообработки можно сделать следующие выводы.

В процессе исследования было выявлено, что приобретение многих видов технологического оборудования для переработки древесных отходов под силу только крупным диверсифицированным лесопромышленным комбинатам. Для небольших предприятий отрасли необходим поиск таких технологий переработки отходов производства, которые могли бы обеспечить этот процесс с небольшими затратами.

Кроме того, в процессе сравнительного анализа стоимости для 1 кВт/часа электроэнергии, полученной на таких мини теплоэлектростанциях и получаемой из централизованных источников видно, что использование на лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятиях мини электростанций, работающих на отходах лесозаготовки и деревообработки является экономически эффективным, а также снижает опасность сбоя в поставках электроэнергии, получаемой по централизованным сетям распределения.

На основе анализа было определено, что отечественным предприятиям лесозаготовки и деревообработки можно рекомендовать устанавливать у себя мини электростанции контейнерного типа для выработки электроэнергии и тепла, что позволит им решить целый комплекс экономических и экологических задач обеспечения безопасности производства и повышения его эффективности. Особенно актуально это для тех предприятий отрасли, которые расположены вне систем устойчивого обеспечения электроэнергией, а также жестко ограничены в своей деятельности требованиями утилизации отходов производства и заготовки древесины.

Библиографический список

1. Зырянов М.А., Мохирев А.П., Рябова Т.Г. и др. Разработка и экспериментально-теоретическое обоснование технологии переработки порубочных остатков древесины // В мире научных открытий. 2015. № 12-3 (72). С. 845-853.

2. Мохирев А.П., Безруких Ю.А., Медведев С.О. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2, Ч. 2. С. 81.
3. Сюнев В.С., Графова Е.О. Новые технические решения по снижению негативного воздействия лесопромышленных производств на лесную среду // Resources and Technology. 2022. Т. 19, № 1. С. 48-71.
4. Фокин С.В., Шпортко О.Н., Цыплаков В.В. Об использовании древесных отходов при восстановлении защитных лесных полос // Научная жизнь. 2015. № 6. С. 134-142.
5. Мурашова О.В., Главатских Н.С., Перфильев П.Н., Задраускайте Н.О. Перспективы комплексного использования отходов лесозаготовительного производства // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2022. Т. 26, № 4. С. 119-127.
6. Швецов В.Ю., Зырянов М.А., Миляева И.Г., Дождев Е.Н. Исследование процесса переработки порубочных остатков в условиях лесозаготовительных работ // Наука и бизнес: пути развития. 2021. № 4 (118). С. 56-59.
7. Любов В.К., Цыпнятов И.И. Повышение эффективности энергетического использования биотоплива // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2023. № 1 (391). С. 172-185
8. Любов В.К., Владимиров А.М. Комплексная эффективность применения древесных гранул в энергоустановках // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 159-172.
9. Бадьяр Ю. Мини-ТЭЦ: шаг к переходу на экономику замкнутого цикла // Ecostandard. [Электронный ресурс]. URL: <https://journal.ecostandard.ru/eco/kontekst/mini-tets-shag-k-perekhodu-na-ekonomiku-zamknutogo-tsikla/> (дата обращения 24.10.2024).
10. Любов В.К. Мини-ТЭЦ: реально и эффективно. Бывшие отходы идут в дело // ЛесПромИнформ. 2008. № 9 (58). С. 146-149.
11. Любов В.К., Попов А.Н., Малыгин П.В., Попова Е.И. Исследование эффективности использования древесного топлива в теплогенерирующих установках мини-ТЭЦ // Вестник Череповецкого государственного университета. 2015. № 2 (63). С. 23-28.
12. Wartsila расширила мощностной ряд своих биоэлектростанций // ЛесПромИнформ. 2006. № 5 (36). С. 80-83.
13. Мини-ТЭЦ на биотопливе от MW Power // ЛесПромИнформ. 2009. № 3 (61). С. 142.
14. Онега-Энергия. Официальный сайт ПАО «Сегежа Групп». [Электронный ресурс]. URL: https://segezha-group.com/about/factory/onega_energiya/ (дата обращения 24.10.2024).
15. Тарифы на электроэнергию для малых предприятий и ИП. [Электронный ресурс]. URL: <https://time2save.ru/tarify-na-elektroenergiu-dlya-srednih-predpriyatij> (дата обращения 24.10.2024).
16. Тарифы на электроэнергию для средних предприятий. [Электронный ресурс]. URL: <https://time2save.ru/tarify-na-elektroenergiu-dla-malih-predpriyatij-i-ip> (дата обращения 24.10.2024).