

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

УДК 630.332.630.79

М.А. Пискунов

СИСТЕМЫ МАШИН И СЕБЕСТОИМОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ ИЗ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ: ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РОССИИ

В статье приводятся сведения о системах машин для заготовки лесосечных отходов. Представлен прогноз их развития в промышленной сфере России, а также сведения о себестоимости выполнения отдельных операций заготовки лесосечных отходов.

Ключевые слова: лесосечные отходы, система машин, себестоимость.

М.А. Piskunov

MACHINE SYSTEMS AND COST PRICE OF FUEL FOREST CHIP PRODUCTION FROM WOOD CUTTING WASTES: EXPERIENCE OF FOREIGN COUNTRIES AND ITS APPLICATION FOR RUSSIA

The article provides the information about the machine systems for wood cutting wastes procurement. The forecast of their development in Russian industrial sector as well as the information on the cost price of certain operations for wood cutting wastes procurement is given.

Key words: wood cutting wastes, machine system, cost price.

Введение. Исследование вопросов, связанных с заготовкой лесосечных отходов для целей использования отходов в биоэнергетике, является актуальной и перспективной научно-исследовательской задачей в России. Это связано со значительными объёмами лесосечных отходов и малоценной древесины, которая остаётся на лесосеках в России, ростом энергопотребления в российских регионах, модернизацией жилищно-коммунального хозяйства в сторону перехода на местные виды топлива в лесных регионах, где качество альтернативы традиционным видам топлива выступают ресурсы древесных отходов, низкотоварной и малоценной древесины.

Актуальность задач развития энергетики на основе древесных отходов и малоценной древесины подкрепляется и успехами в этой области ряда государств Европейского союза, особенно Швеции, Финляндии. Так, в Финляндии за последние 10 лет объём производства топливной древесной щепы вырос почти в 5 раз. По данным исследовательского центра Metsäteho Oy, в Финляндии планируется увеличить потребление топливной щепы к 2015 году до 8 млн м³, к 2020 году до 12 млн м³. Для сравнения: по данным Росстата, в России в 2011 году заготовлено 200 тыс. м³ топливной щепы, в 2012 году – 337 тыс. м³.

Несмотря на богатый опыт исследований в области заготовки и переработки лесосечных отходов, которые выполнялись в исследовательских центрах СССР и России, таких, как ЦНИИМЭ, СПБГЛТА, ВНИПИЭЛеспром, МГУЛ и других, в текущий период в данной области следует отметить слабые позиции России и некоторое отставание в практической реализации оригинальных российских разработок. Основные организационные, технические и технологические принципы построения бизнес-процессов заготовки лесосечных отходов и малоценной древесины во многом заимствуются у передовых в этом отношении стран. Следует ожидать, что в России развитие биоэнергетики на основе древесных отходов в ближайшие годы будет осуществляться преимущественно на основе трансфера западноевропейских технологий. Отслеживание состояния техники и технологий, применяемых для сбора, первичной переработки и доставки отходов к местам утилизации позволит более эффективно внедрять эти технологии в лесных регионах России и ставить научно-исследовательские задачи по их совершенствованию с учётом российской специфики.

Цель исследований. Рассмотреть варианты основных технологий заготовки лесосечных отходов для получения топливной щепы, которые обладают перспективами использования в России.

Задачи исследований: выделить основные системы машин, которые находят применение на заготовке лесосечных отходов и перспективны для широкого применения в России; рассмотреть слабые и сильные стороны этих систем машин; представить краткий обзор показателей себестоимости заготовки лесосеч-

ных отходов по отдельным операциям цикла заготовки и для всего цикла заготовки в целом применительно к этим системам машин.

Материалы и методы исследований. Работа подготовлена на основании материалов анализа зарубежных публикаций, баз данных статей и научно-технических отчётов научных центров, натуральных исследований работы отдельных машин.

Результаты исследований и их обсуждение. В качестве источника топливной древесины выступают ресурсы лесосечных отходов, древесина пней; тонкомерная древесина, заготовленная при рубках ухода. В условиях России заготовка пней и тонкомерной древесины для целей биоэнергетики не развита и технологии для этих целей следует рассматривать, когда появится широкая сеть биоэнергетических предприятий, работающих на древесных ресурсах от лесозаготовок. В данной работе рассматриваются только технологии для заготовки лесосечных отходов. Лидирующие позиции в области заготовки лесосечных отходов занимают страны Скандинавии (Швеция, Финляндия). Анализ технологий, применяемых в этих странах, показывает, что практическое применение нашли системы машин, учитывающие специфику сортиментной технологии лесозаготовительных работ, как доминирующей технологии в этих странах. Некоторые из этих систем машин находили свое применение ещё в СССР, но в настоящий период российские лесопромышленники в основном полагаются на зарубежный опыт.

По данным исследовательского центра Metsäteho Oy [1], распространение получили следующие известные схемы заготовки лесосечных отходов.

Схема 1. Мобильная рубительная машина на базе форвардера, собирающая и измельчающая лесосечные отходы на пасаках и волоках. Полученная щепка подаётся в контейнер на этой же машине. Выгрузка происходит с помощью механизма опрокидывания, которым оснащена машина. По мере заполнения автомобильного контейнера осуществляется вывозка щепы автощеповозом.

Сильные стороны. Измельчение и трелевка щепы производится одной и той же машиной. Нет необходимости содержать верхний склад большой площади для хранения отходов. Верхний склад не захламлён отходами.

Слабые стороны. Малая производительность при измельчении отходов. Ограниченный объем контейнера для трелевки щепы и длинные расстояния трелевки щепы. Технологические ограничения при использовании зимой.

Схема 2. Мобильная рубительная машина на шасси автомобиля, измельчающая лесосечные отходы на верхнем складе. Щепка, образовавшаяся в результате измельчения, поступает непосредственно в контейнер (кузов), который расположен на другом автомобиле – щеповозе. Лесосечные отходы на пасаках и волоках собираются и транспортируются с помощью форвардера.

Сильные стороны. Высокая мобильность системы машин и возможность быстрого перебазирования техники с участка на участок.

Слабые стороны. Требуются большие площади для хранения отходов. Перерывы в работе рубительных машин из-за ожидания очередного щеповоза, в этой связи требуется жёсткое согласование работы щеповозов на вывозке для того, чтобы уменьшить простои рубительной машины.

Схема 3. Мобильная рубительная машина на шасси автомобиля, измельчающая лесосечные отходы на верхнем складе, с выбросом щепы в контейнер, расположенный на этой же машине.

Сильные стороны. Измельчение и вывозка осуществляется одной и той же машиной. Не требуется согласование в работе отдельных машин. Доставка щепы к нескольким территориально расположенным потребителям.

Слабые стороны. Меньший объем полезной нагрузки. Вывозка на небольшие расстояния.

Схема 4. Измельчение лесосечных отходов осуществляется на специальных терминалах стационарными рубительными машинами. Лесосечные отходы с пасаек и волоков собираются с помощью форвардера, перемещаются на верхний склад к лесовозной дороге. С верхнего склада лесосечные отходы (в свободном, не уплотнённом состоянии) вывозятся на терминалы автотранспортом.

Сильные стороны. Управление качеством получаемой щепы. Эффективное измельчение стационарными машинами. Работа в зимних условиях. Создание запасов щепы для поставки нескольким потребителям.

Слабые стороны. Дополнительные расходы на создание терминала. Затраты на дополнительные машины и механизмы и содержание терминала. Низкая объемная плотность перевозимых отходов.

Схема 5. Измельчение лесосечных отходов осуществляется на терминалах, но лесосечные отходы вывозятся на терминал в виде пакетов (тюков). Лесосечные отходы собираются на волоках и пасаках, уплотняются и связываются в пакеты (тюки) с помощью специального устройства. Пакеты трелюются на верхний склад, откуда вывозятся на терминал.

Сильные стороны. Низкие затраты на перевозку отходов. Малая площадь хранения отходов. Большие расстояния вывозки. Высокопроизводительное измельчение.

Слабые стороны. Высокая стоимость оборудования. Необходимо использовать рубительные машины большой мощности.

Схема 6. Измельчение лесосечных отходов выполняется стационарными рубительными машинами непосредственно во «дворе» потребителя. Лесосечные отходы к местам измельчения доставляются в насыпном виде. Полученная щепа подаётся либо к местам временного хранения, либо прямо в котёл.

Схема 7. Измельчение лесосечных отходов непосредственно во «дворе» потребителя, но лесосечные отходы поставляются в виде спрессованных и завязанных пакетах (тюках).

Для схем 6 и 7 сильные и слабые стороны такие же, как и для схем 4 и 5, только без дополнительных затрат, связанных с содержанием терминала.

Для схем, предполагающих длительное хранение лесосечных отходов на открытом воздухе, применяется покрытие отходов специальным материалом [2]. Использование покрытия позволяет уменьшить влажность лесосечных отходов на 10–15 % по сравнению с непокрытыми отходами.

В работах [1], [3] авторы приводят анализ встречаемости различных схем для заготовки лесосечных отходов и делают прогноз их развития (рис. 1).

Так, для заготовки лесосечных отходов прогнозируется увеличение объёмов производства по технологии с измельчением лесосечных отходов непосредственно во «дворе» потребителя. Объёмы производства по схемам с измельчением лесосечных отходов на верхнем складе (около лесовозной дороги) прогнозируются к сокращению. Схемы с измельчением лесосечных отходов на пасаках и волоках применяться не будут. Включая технологии с измельчением на терминалах, централизованная переработка отходов в щепу будет занимать свыше 55 %. Основной объём заготовок с измельчением на верхнем складе будет осуществляться с использованием рубительных машин, установленных на шасси автомобиля, с вывозкой щепы другим автощеповозом. Следует ожидать, что данная технология будет использоваться и в условиях России, там, где на лесозаготовках используется сортиментная технология. Также достаточно распространённой будет схема с вывозкой лесосечных отходов в пакетах (тюках), прогнозируется, что эта схема будет занимать долю 20–25 % от всех схем.

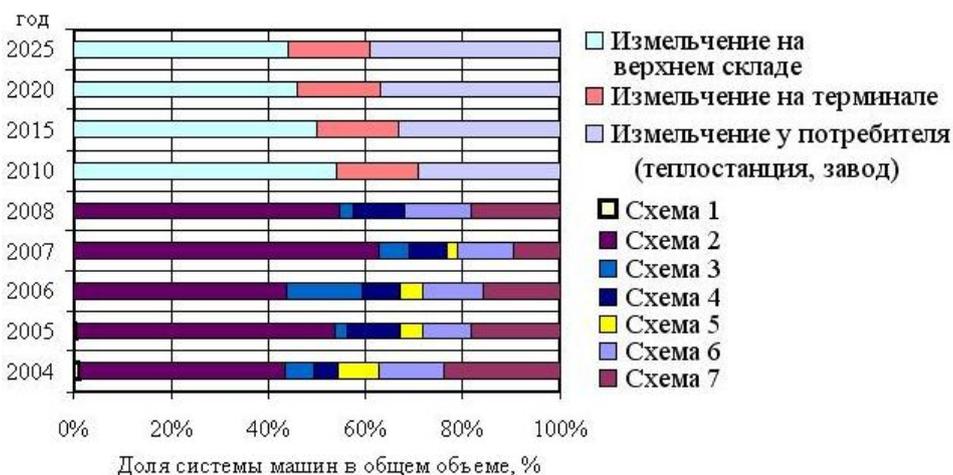


Рис. 1. Соотношение различных схем в общей структуре заготовки лесосечных отходов в Финляндии [1, 3]

Достаточно большая доля технологий с централизованным измельчением отходов в щепу требует оборудования специальных площадок по складированию и временному хранению отходов и щепы. Для России опыт внедрения специальных терминалов и производственных площадок при энергетических предприятиях связан с решением задач территориального размещения терминалов. В качестве таких площадок в отдельных случаях могут выступать бывшие нижние склады, которые с внедрением сортиментной технологии не задействованы.

Для проведения обоснований при планировании и анализе вопросов развития заготовки топливной щепы в регионах России следует учитывать рост номинальной производительности основных машин. В качестве таких данных могут быть использованы показатели производительности, которые должны быть достигнуты к 2025 году по основным машинам и механизмам, применяемым для получения топливной щепы в Финляндии [3]. Производительность стационарных рубительных машин здесь прогнозируют повысить до 160 000 м³/год (рост по отношению к 2010 году 18 %), мобильных рубительных машин – до 32 000 (рост 43 %), автомобилей для перевозки щепы – до 23 000 (рост 30 %), форвардеров – до 17 000 (рост 35 %), механизмов по упаковке сучьев – до 24 000 м³/год (рост 20 %).

При анализе себестоимости заготовки лесосечных отходов и получения топливной щепы исследователи рассматривают себестоимость отдельных операций, приходящуюся на 1 м³ щепы, на 1 МВт·ч, или на 1 ГДж энергии, полученной от лесосечных отходов.

На рисунке 2 представлены сводные данные по себестоимости заготовки отходов, проведённых разными исследователями в различное время при расчёте в евро на 1 м³. Показано, что себестоимость производства щепы из лесосечных отходов находится в промежутке 12–20 евро за 1 м³ без учёта вывозки (средняя 15,3 евро/ м³). К этой себестоимости ещё добавляется стоимость вывозки от 8 до 15 евро/ м³ при расстоянии 100 км (6–10 евро/ м³ – 50 км). При средних расстояниях вывозки себестоимость получения щепы располагается между 20 и 28 евро/ м³. Здесь же рассмотрена себестоимость по отдельным операциям для схем с измельчением на волоках, верхнем складе, во «дворе» потребителя (на терминале). Показатели себестоимости скорректированы с учетом инфляции. Корректировка инфляции для евро произведена в соответствии с [4]. Стоимость вывозки принята для расстояния 50 и 100 км на основании источника [5]. Рассмотрены варианты вывозки щепы; лесосечных отходов в насыпном виде или в виде спрессованных пакетов. «Всплеск» к 36 евро/м³ для схемы с измельчением на терминале связан с использованием не более производительной стационарной рубительной машины, а мобильной рубительной машины, как правило, используемой на верхних складах.

На стоимость вывозки (кроме расстояния) влияет вид вывозимого материала. Наиболее дорогостоящей вывозкой является вывозка отходов в насыпном виде: почти в 2 раза выше, чем при вывозке щепы или пакетов. Но централизованное измельчение отходов на специальных площадках у потребителя или терминалах позволяет снизить себестоимость измельчения почти в три раза. Для сокращения затрат вывозки и сохранения централизованного измельчения применяется технология со сбором и прессованием отходов в пакеты. Но стоимость прессования – это дорогостоящая операция, превышающая стоимость трелёвки.

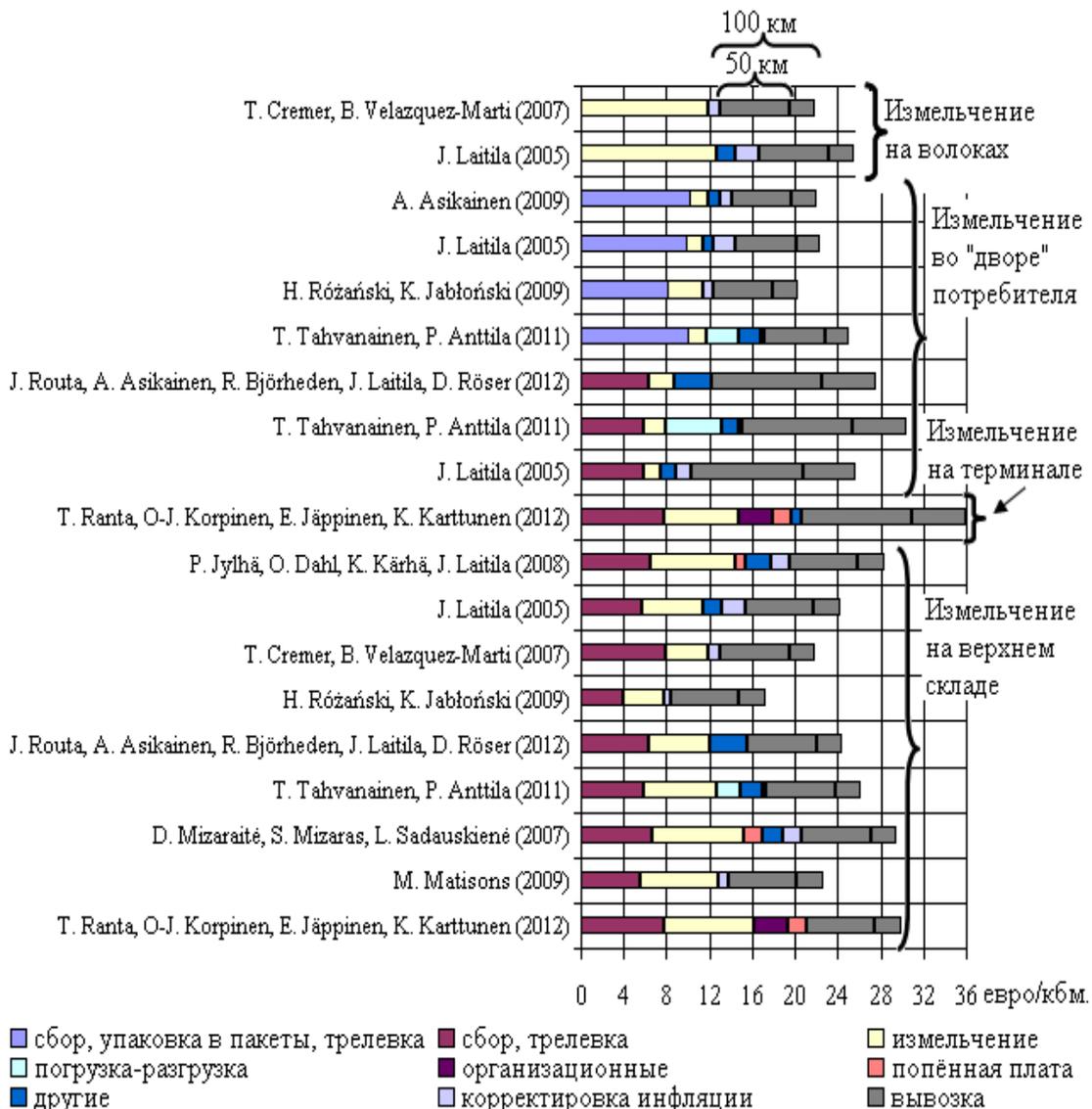


Рис. 2. Себестоимость получения топливной щепы, евро/м³

Кроме оценки себестоимости заготовки 1 м³ щепы, исследователи рассматривают себестоимость заготовки топливной щепы в евро на 1 МВт·ч (рис. 3). Себестоимость здесь находится в диапазоне 8–14 евро за 1 МВт·ч (средняя – 10,9 евро/МВт·ч) без учёта вывозки. Стоимость вывозки в зависимости от вида вывозимого материала для расстояния 80 км варьируется от 2,6 до 4,3 евро/МВт·ч, для 45 км – 2–3,2 евро/МВт·ч [6].

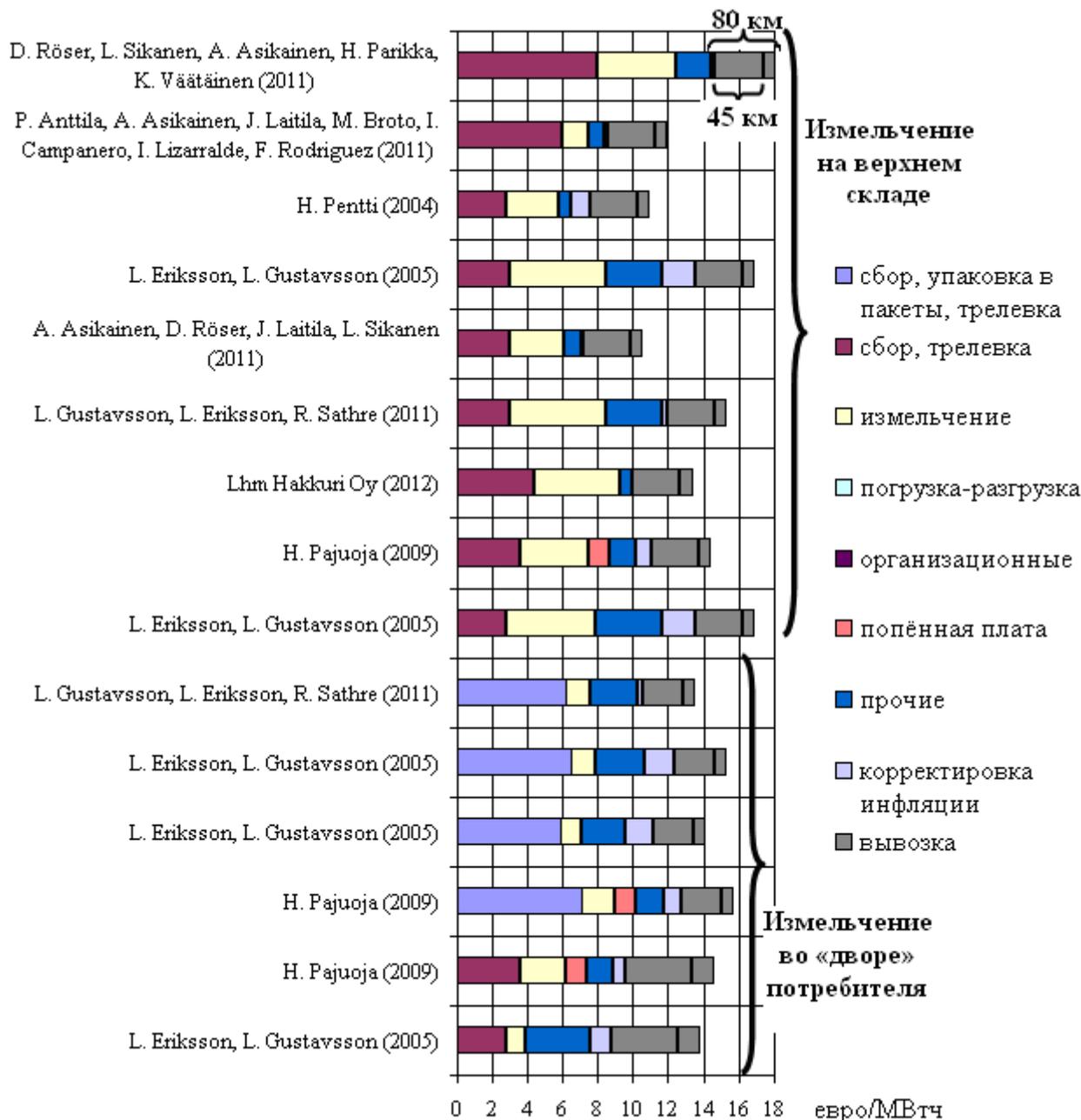


Рис. 3. Себестоимость получения топливной щепы, евро/МВт·ч

Выводы

Недостаток в России производств по выпуску специального оборудования для заготовки лесосечных отходов с целью получения топливной щепы приведёт к тому, что на лесозаготовках будут появляться машины и механизмы зарубежного производства или те же зарубежные машины, выпуск которых локализован в России. Опыт зарубежных стран показывает, что основные тенденции в области организации получения топливной щепы связаны с централизованными системами измельчения. Использование зарубежных технологий и тенденции к выравниванию с европейскими странами по уровню зарплат основных рабочих будет увеличивать и себестоимость производства топливной щепы. По данным Министерства экономического раз-

вития Республики Карелия, за 2012 год среднеконтрактные цены на топливную щепу составили 15,34 евро/м³, что уже сопоставимо с уровнем европейских цен.

Для развития технологий получения топливной щепы следует сосредоточиться на разработке высокопроизводительных стационарных рубительных машин и рубительных машин на шасси автомобиля. Следует также уделять внимание дешевым способам доставки отходов в насыпном виде, главным образом, за счёт развития уплотняющих устройств. Использование же имеющихся современных специальных машин для предварительного уплотнения и прессования в текущий момент всё ещё остаётся дорогостоящей операцией.

Литература

1. *Kärhä K.* Supply Chains of Forest Chip Production in Finland [Электронный ресурс] // Metsäteho Oy. BIO-ENERGY 2009 Conference-Sustainable Bioenergy Business, Jyväskylä Paviljonki, Finland. – Режим доступа: http://www.metsateho.fi/files/metsateho/tiedote/Tiedote_19_2009_1_1_Presentation_Supply_chains.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 25.12.2012).
2. Logging Residue Cover [Электронный ресурс] / Walki Group Oy. Режим доступа: <http://www.walki.com/web/walki-Biomasscover> (дата обращения: 15.01.13).
3. *Kärhä K.* Industrial supply chains and production machinery of forest chips in Finland // Biomass and Bioenergy. – 2011. – № 35(8). – P. 3404–3413.
4. Макроэкономическая статистика: Еврозона. Индекс потребительских цен [Электронный ресурс] / Quote – РосБизнесКонсалтинг. Enternet портал. Режим доступа: <http://quote.rbc.ru/macro/country/22.shtml> (дата обращения 15.01.2013).
5. *Asikainen A., Laitila J.* Harvesting and transport costs of forest energy // Metla, 5EURES – training course, 2006. Режим доступа: http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/5eures/biomass_production_transport/harvesting_and_transport/index.htm, свободный (дата обращения 12.01.2013).
6. *Eriksson L., Gustavsson L.* Costs, CO₂ – and primary energy balances of forest-fuel recovery systems at different forest productivity // Biomass and Bioenergy. – 2010. – № 34. – P. 610–619.

