



Сибирский государственный университет

науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

Институт лесных технологий

Кафедра автомобилей и транспортно-технологических машин

Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины

Сборник статей Всероссийской
научно-практической конференции

10 марта 2020 г.

Красноярск 2020

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва» г. Красноярск

Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины

Сборник статей Всероссийской
научно-практической конференции

10 марта 2020 г.

Красноярск 2020

Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнёва, 2020. – 236 с.

Редакционная коллегия

Главный редактор:

Колесников Павел Геннадьевич – кандидат техн. наук, заведующий кафедрой автомобилей и транспортно-технологических машин, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва»

Заместитель главного редактора:

Никончук Александр Владимирович – кандидат техн. наук, доцент кафедры автомобилей и транспортно-технологических машин, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва»

Члены редакционной коллегии:

Долматов Сергей Николаевич – канд. техн. наук, доцент кафедры автомобилей и транспортно-технологических машин, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва»

Смертин Николай Витальевич – студент кафедры автомобилей и транспортно-технологических машин, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва»

В сборнике представлены статьи по актуальным проблемам лесопромышленного комплекса России, рассматриваются вопросы инновационного развития лесной промышленности, перспективы развития лесного машиностроения, а так же перспективные технологии лесовозобновления. Сборник предназначен для научных сотрудников, преподавателей, магистрантов и аспирантов, специалистов в области лесной промышленности России.

Материалы публикуются на языке оригинала в авторской редакции. При использовании научных идей и материалов сборника, ссылки на авторов и издания являются обязательными.

© ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва», 2020

© Авторы статей, 2020

УДК 674.816.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ

Г. Р. Арсланова⁽¹⁾, аспирант
К. В. Валеев⁽¹⁾, аспирант
Л. И. Гизатуллина⁽¹⁾, магистрант
Р. Г. Сафин⁽¹⁾, д.т.н., профессор

⁽¹⁾ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

⁽¹⁾ E-mail: 94arslanovagulshat@mail.ru

В статье представлена установка комплексной переработки древесной биомассы, позволяющая получать биологически активные вещества. Приведены результаты исследований по определению оптимальных режимных параметров проведения процесса.

Ключевые слова: экстракция, биологически активные вещества, древесная биомасса

REMOVING VALUABLE COMPONENTS FROM WOODEN BIOMASS

G. R. Arslanova, graduate student
K. V. Valeev, graduate student
L. I. Gizatullina, undergraduate

R. G. Safin, Grand PhD in Engineering sciences, Professor
"Kazan National Research Technological University", Kazan
(1) E-mail: 94arslanovagulshat@mail.ru

The article presents the installation of complex processing of wood biomass in order to obtain biologically active substances. The results of studies to determine the optimal operational parameters of the process.

Key words: extraction, biologically active substances, woody biomass

В современном мире проблема утилизации отходов затрагивает практически все отрасли промышленности, включая лесную. По статистике объем образующихся древесных отходов (включая лесосечные) ежегодно растет и перерабатывается крайне неэффективно, что является огромным препятствием для рационального природопользования [1]. Комплексное использование лесных ресурсов предусматривает использование всей биомассы дерева, переработку древесных отходов, образующихся в процессе заготовки древесины и переработки ее на лесозаготовительных предприятиях [2].

Использование древесной зелени, коры и других отходов позволяет получать дополнительно биологически активные вещества, витамины, ферменты и многие другие продукты, которые могут найти широкое применение в различных областях промышленности [3].

Особый интерес привлекают биологически активные вещества, входящие в состав древесной биомассы. На сегодняшний день использование биологически активных веществ в виде натуральных ингредиентов является актуальной темой во всем мире, т. к. они применяются в медицинской, фармацевтической, пищевой и сельско-хозяйственной промышленности [4].

В связи с этим в КНИТУ на кафедре ПДМ была разработана установка для комплексной переработки биомассы древесины (рис. 1).

Данная установка включает в себя основные элементы: экстракционная камера 1, холодильник 2 и флорентинное устройство 3. Работа на установке происходит следующим образом: растительное сырье размещают между сменными ситами 4 в экстракционной камере 1, наливают экстрагент из буферной емкости 5, и создают разрежение. После откачки инертного газа включают нагреватель 6. Образовавшиеся пары экстрагента, проходя через сырье, конденсируются во флорентинном устройстве 3. В данном устройстве конденсат разделяется на эфирное масло и флорентинную жидкость. Флорентинная жидкость используется в качестве хладагента для конденсации вновь поступающих паров экстрагента. Отработанный хладагент поступает в качестве экстрагента обратно в экстракционную камеру 1. По окончании процесса экстракции полученный экстракт концентрируют и сливают в кристаллизатор 7. Данная установка позволяет в полной мере выделять биологически активные вещества, содержащиеся в биомассе при меньших энергозатратах по сравнению с аналогами [5].

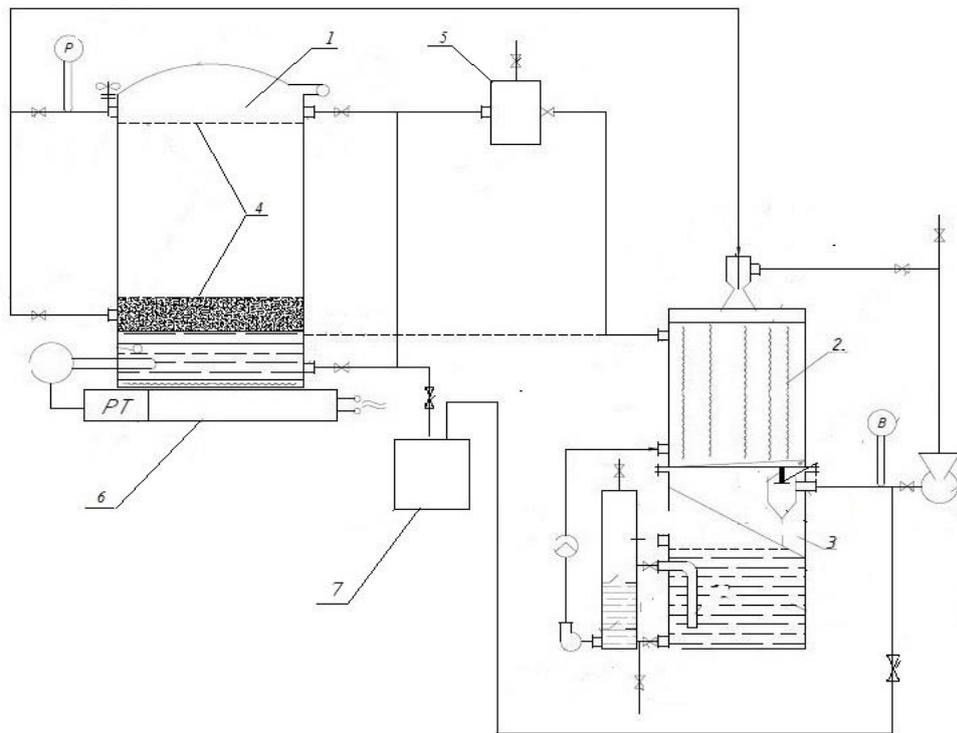


Рис. 1 Установка для комплексной переработки древесной биомассы

Для повышения эффективности комплексной переработки биомассы, процесс необходимо проводить при оптимальных условиях [6]. Для определения оптимальных режимных параметров экстракции ценных компонентов были проведены эксперименты на различных древесных породах. В качестве исходного сырья использовалась биомасса осины и ивы, не зараженная грибковыми заболеваниями. Первоначально исходное сырье высушивалось при комнатной температуре. Затем материалы измельчались до размеров 0,5 - 1 мм – мелкая фракция, 2 - 3 мм – средняя фракция и 5 - 8 мм - крупная фракция. Эксперименты по экстракции проводились при различной концентрации раствора этанола и температуре. На рис. 2, 3 показан выход БАВ из осины и ивы в зависимости от времени экстракции и размеров исходного сырья.

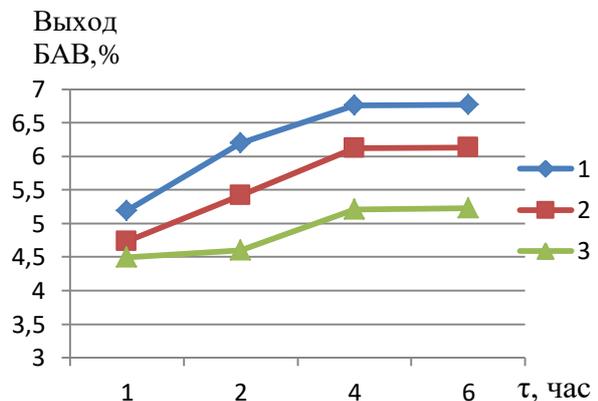
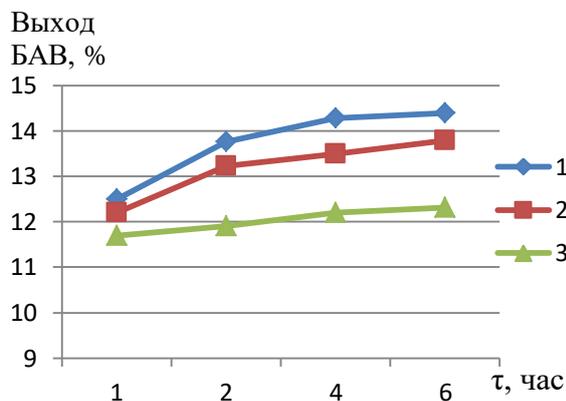


Рис. 2. Зависимость выхода БАВ из осины от времени проведения процесса и размеров сырья: 1 – мелкая фракция; 2 – средняя фракция; 3 – крупная фракция

Рис. 3. Зависимость выхода БАВ из ивы от времени проведения процесса и размеров сырья: 1 – мелкая фракция; 2 – средняя фракция; 3 – крупная фракция

Из графиков видно, что использование сырья с размерами частиц от 0,5 до 1 мм дает наибольший выход БАВ. А наиболее оптимальное время проведения процесса экстракции составляет 6 часов.

Таким образом, представленная установка может найти широкое применение на предприятиях лесопромышленного комплекса для извлечения ценных компонентов из древесной биомассы и организации малотоннажных производств новых видов продукции. Внедрение разработанной технологии извлечения БАВ из древесной биомассы позволит резко повысить эффективность переработки ценных ресурсов и будет способствовать созданию новых продуктов в сельскохозяйственной, фармацевтической, пищевой и других областях промышленности. А проведенные исследования по влиянию различных режимных параметров позволят сделать процесс экстракции более эффективным.

Библиографический список

1. Сафина А.В. Анализ современного состояния технологий процесса экстракции биологически активных веществ из осины и ивы / А.В. Сафина, Г.Р. Арсланова, А.Л. Тимербаева, Д.Ф. Зиятдинова // Деревообрабатывающая промышленность. – 2019. - №4. - С. 51-62.

2. Сафин Р.Г. Комплексная переработка древесной зелени / Р. Г. Сафин, Г. Р. Арсланова, А.М. Габидуллин, А.Р. Хайрутдинова, Д.М. Сайфутдинов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XVI Международной научно-технической конференции, Вологда. - 2019. – 232-233 с.

3. Сафин, Р. Г. Разработка опытно-промышленной установки для переработки древесного сырья / Р. Г. Сафин, Г. Р. Арсланова, А. М. Габидуллин // X Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в машиностроении»: сборник трудов X Международной научно-практической конференции / Юргинский технологический институт. – Томск. – 2019. С. – 86-88.

4. Арсланова Г. Р. Извлечение биологически активных веществ из древесного сырья / Г. Р. Арсланова, А. М. Габидуллин, И. Р. Гильмутдинов // «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения» Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет. – 2019. – С. 348-351.

5. Пат 2680998 РФ, МПК В01D 11/02, С11В 1/10, С11В 9/02 Установка для экстракции растительного сырья / А. В. Сафина, Д. Ф. Зиятдинова, Н. Ф. Тимербаев, Г. Р. Арсланова [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КНИТУ». – № 2018116922; заявл. 07.06.2018; опубл. 01.03.2019.

6. Сафина А. В. Экстрагирование флавоноидов из коры и листьев ивы / А. В. Сафина, Г. Р. Арсланова, Н. Ф. Тимербаев, Д. Ф. Зиатдинова // Деревообрабатывающая промышленность, 2016. - № 4. - С. 46-49.

УДК 630.643(571.53)

ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

К.В. Астапкович, студент БДЛ 16-01
А.В. Никончук, старший преподаватель
С.А. Бровкин, студент БДЛ 16-01
В.А. Шувалова, студент БДЛ 16-01

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика
М.Ф. Решетнева», Проспект Мира 82. г. Красноярск, 660049, Российская
федерация

E-mail: astapkovich1998@gmail.com

В данной работе была рассмотрена проблема лесных пожаров лесопромышленного комплекса Иркутской области в её северной части из-за отсутствия транспортной инфраструктуры, а также были предложены возможные пути решения данных проблем.

Ключевые слова: лесные пожары, Иркутская область, незаконные рубки, плотность дорожной сети.

Problems of the timber industry of the Irkutsk region

K.V. Astapkovich, a student of BDL 16-01
A.V. Nikonchuk, Senior Lecturer
S.A. Brovkin, a student of BDL 16-01
V.A. Shuvalova, a student of BDL 16-01

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev

82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

E-mail: astapkovich1998@gmail.com

In this work, the problem of forest fires in the timber industry of the Irkutsk region in its northern part due to the lack of transport infrastructure was considered, and possible ways to solve these problems were proposed.

Keywords: forest fires, Irkutsk region, illegal logging, density of the road network

Российская Федерация – одна из стран, в которых преимущественным видом являются лесные ресурсы, составляя 1/5 часть лесов планеты, поэтому лесная промышленность занимает немалый сектор российской экономики. Использование лесных ресурсов можно разделить на три типа: лесозаготовку и деревопереработку, эти стадии движения лесного сырья в процессе их освоения технологически связаны между собой, но одной из важнейших операций лесозаготовительного производства является транспортирование древесного сырья. Более половины всех лесов России произрастает на вечномёрзлотных почвах в условиях сурового климата, что определяет их низкую продуктивность. Лишь 45% площади лесов представляет интерес и доступны для эксплуатации [1].

В данной работе рассматривается Иркутская область, относящийся к юго-восточной части Сибирского федерального округа. Одной из причин выбора данной области было значительное количество очагов возгораний и площади пройденной огнем летом 2019 года, а также обильное количество леса, который занимает 71,5 млн га, или 92% от Иркутской области. Из них лесистость области составляет – 82,6% включающей общий запас древесины равный 8,8 млрд м³ [2].

Лесная промышленность является одной из базовых отраслей Иркутской области и вносит существенный вклад в экономику региона. Она является лидером среди регионов России по объемам заготовки древесины. В лесах Иркутской области в 2018 году заготовлено 35,7 млн. м³ древесины, в том числе арендаторами – 31,1 млн. м³. Освоение расчетной лесосеки при всех видах рубок составило 48,5 %. По состоянию на 01.01.2019 г. площадь лесных участков, переданных в аренду, составляет 21,8 млн. га, а количество договоров аренды – 3 803 шт.

Лесопромышленный комплекс Иркутской области имеет несколько постоянных проблем от которых не может избавиться уже на протяжении многих лет, к ним относится низкая плотность дорожной сети в северо-восточной части иркутской области граничащей с востоком Красноярского края и югом республики Саха из-за чего там каждый год возникает огромное количество очагов возгораний которые в последствии почти невозможно полностью ликвидировать, после чего, как правило назначаются санитарные рубки, но не все из них являются законными.

Из-за ежегодных пожаров в Иркутской области, у многих появляется возможность незаконно вырубать лес. 29.01.2020 замглавы Минприроды РФ – руководитель Рослесхоза Сергей Аноприенко на заседании комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Правительства Иркутской области отметил, что лишь в 5-7 из 41 лесного региона России лесные пожары случаются каждый год. В их числе находится и Иркутская область, на долю которой в 2019 году пришлось более 60-80% процентов всех незаконных рубок в стране. По результатам проведенной экспертами Рослесхоза комплексной проверки Министерства лесного комплекса Иркутской области было выявлено, что на более чем 38 тысячах гектаров были необоснованно назначены санитарные рубки.

Проблема связанная с ежегодными лесными пожарами в данной области будет происходить постоянно из-за недостаточной развитости транспортной сети на границах 3-х субъектов РФ Иркутская область, Красноярский край, Республика Саха. Практически вся дорожная сеть сконцентрирована у города Иркутска, в южных промышленно освоенных районах области, а также вдоль транссибирской железнодорожной магистрали из-за чего там фактически отсутствуют пожары (рисунок 1) [4]. Так как оперативность и скорость доставки лесопожарных служб зависит от транспортных сетей, так же дороги могут выступать как естественные противопожарные барьеры для остановки большинства низовых пожаров.



Рисунок 1 - Карта пожаров на 20.07.2019

На конец августа 2019 года большая часть возгораний была именно в северной части области (таблица 1) [3].

Таблица 1. Сведения о лесопожарной обстановке на территории субъектов РФ на 29.08.2019

Субъект РФ	Количество пожаров	Площадь, пройденная огнем, га
Иркутская область	1086	1624450,6
Красноярский край	1964	2382601,8
Республика Саха	1614	4104796,2

Для сравнения были взяты 2 области граничащие с Иркутской областью, если учесть то что размеры Иркутской области составляют 767 900 км², в то время как Красноярский край 2 340 000 км² и республика Саха 3 084 000 км², что превышает размеры Иркутской области в 3 и 4 раза, площадь пройденная огнем по сравнению с Красноярским краем на 47% меньше и на 152% чем в республике Саха.

Подводя итоги можно сказать что в Иркутской области есть 2 основные проблемы – это лесные пожары и незаконная вырубка лесов.

Возможным решением данных проблем является:

1. Более строгий надзор над деятельностью предприятий путем увеличения штата сотрудников в области контроля законодательных требований санитарной, пожарной безопасности, правил заготовки древесины и контролировать борьбу с незаконными рубками и нелегальным оборотом древесины исходя из данных 2018 года было выявлено 9 026 нарушений лесного законодательства, в том числе зафиксировано 2 636 фактов незаконной рубки лесных насаждений, в объеме 569,7 тыс. м³ с общим ущербом 4,3 млрд. рублей [2].

2. Для более оперативного реагирования на лесные пожары имеет смысл усилить или создать больше пожарных служб в точках где чаще всего происходят возгорания.

3. Учитывая что основная плотность дорожной сети находится в юго-западной части региона и с 2012 года по конец 2018 плотность дорожной сети увеличилась всего на 4 км которая составляет на данный момент 32 км на 1000 км². Из чего следует, что необходимо увеличить темп постройки дорожной сети в северном направлении чтобы увеличить доступность лесов для возможности оперативно реагировать на возникновения очагов возгорания, которые впоследствии могут привести к колоссальным последствиям.

Библиографический список

1. Майорова Е. И., Смирнова М. А. Проблемы определения правового режима лесных дорог в законодательстве российской федерации / Вестник московского государственного университета леса - лесной вестник №2, 2008. – С. 183-186

2. Иркутская область официальный портал [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://irkobl.ru/region/economy/forest/>

3. Карта пожаров [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://fires.ru/>

4. Сведения о лесопожарной обстановке на территории субъектов РФ на 29.08.2019 / Федеральное агентство лесного хозяйства

УДК 630.643(571,51)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

М. С. Асташевский⁽¹⁾, студент, гр.БДД17-01
А. В. Никончук⁽¹⁾, к.т.н., доцент, кафедры АТТМ, ИЛТ

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Проспект Мира 82. г. Красноярск, 660049,
Российская федерация
E-mail: specret@yandex.ru

Статья посвящена современным тенденциям развития Красноярского края и его лесной отрасли. Дан краткий обзор лесной политики Красноярского края и реализации государственных проектов на территории края. Предложены решения некоторых проблем экологической деятельности лесоперерабатывающих предприятий, с учетом перехода к следующему этапу развития лесного комплекса края к глубокой переработке.

Ключевые слова: Хлыст, полухлыст, политика лесного комплекса, экономика, сырьё, порубочные остатки, технология заготовки.

PROSPECTS FOR THE FOREST DEVELOPMENT OF THE FOREST COMPLEX OF THE KRASNOYARSK REGION

M.S. Astashevsky, student, group BDD17-01
A.V. Nikonchuk, Ph.D., Assoc. Department of ATTM, ILT

«Siberian state University of science and technology named after academician M. F. Reshetnev» 82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: specret@yandex.ru

The article is devoted to modern development trends of the Krasnoyarsk Territory and its forest industry. A brief overview of the forest policy of the Krasnoyarsk Territory and the implementation of state projects in the territory of the Territory is given. Solutions to some problems of the environmental activity of timber processing enterprises are proposed, taking into account the transition to the next stage of development of the forest complex of the region for deep processing.

Keywords: whip, halfwhip, forestry policy, economics, raw materials, logging residues, harvesting technology.

В современно экономике большую роль играет качественная продукция и сырьё. От сырья в свою очередь сильно зависит качество продукции. В дальнейшем, высокое качество продукции, позволит обойти конкурентов на рынке сбыта продукции или сырья. Так же, не стоит забывать, что спрос на качественную продукцию выше и цена на нее тоже. Что для предприятий лесной отрасли является главной целью. Но при заготовке качественного сырья, предприятия зачастую гонятся за большей прибылью. Что приводит к оставлению большого количества порубочных остатков на лесосеках. В частности это обломки стволов, сучья, вершинник, опилки, обломки, откомлевка и т.д..

В большинстве случаев такие лесоматериалы остаются на перегнивание на лесосеках, в виде куч. Что приводит к разведению паразитов, повышению риска возникновения пожаров и соответственно к штрафам, которыми будет облагаться предприятие. Этот факт, в большей степени, связан с низкой рентабельностью транспортировки такого сырья, а так же с отсутствием рынка сбыта.

В Красноярском крае, на сегодняшний день отсутствуют крупные деревоперерабатывающие комбинаты, которые явились бы прямыми потребителями подобного вида сырья. Что в свою очередь отражается и на технологическом процессе лесосечных работ, построенном на большинстве предприятий края. Так по данным [6], и опираясь на доклады сотрудников Министерства лесного хозяйства Красноярского края, доложенных на совещании проведенного осенью 2018 года, около 90 % от расчетной лесосеки, лесозаготовительные предприятия используют (сортиментную) технологию заготовки древесины. К примеру, только Богучанский район имеет расчетную лесосеку около 5000 тыс. куб.м. и более 4,0 мил. куб.м., от расчетной лесосеки, лесозаготовительные предприятия этого района заготавливают лесные насаждения используя харвестерную (сортиментную) технологию.

То есть вывозиться только стволовая древесина, а это в лучшем случае в среднем всего около 65 % от общей биомассы дерева [7]. Не сложно посчитать какие потенциальные доходы сгнивают или сгорают в лесу.

В новой политике Красноярского края, обозначен переход к следующему этапу развития лесного комплекса, а именно к глубокой переработке и внедрение единых принципов эффективной экологической деятельности лесоперерабатывающих предприятий [1].

Лесопромышленный комплекс Красноярского края занимает значительное место в экономике региона. Численность работающих в лесной отрасли составляет около 50 тысяч человек. Ключевыми векторами развития ЛПК региона являются глубокая переработка заготавливаемой древесины и максимально эффективное использование лесосырьевой базы [2].

На данный момент Красноярский край – один из лидеров среди регионов России по числу реализуемых и планируемых к реализации приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов, нас опережает лишь Вологодская область. Сейчас в крае реализуются 10 инвестиционных проектов с плановым объемом инвестиций 132 млрд рублей, еще 9 проектов находятся на различных стадиях согласования. Подчеркну, что все проекты предусматривают переработку отходов деревообрабатывающего производства. Показателен и тот факт, что за последние 4 года в крае успешно завершены 5 приоритетных проектов. Построены и работают заводы по производству пиломатериалов, пеллет, фанеры. Общий объем инвестиций в данные проекты превысил 24 млрд рублей [2]. Но даже эти успехи не решают проблему с лесосечными отходами кардинально.

На наш взгляд, целесообразно вернуться к перевозке на нижний склад хлыстов или деревьев. Так как это обеспечит комплексное использование древесины и уменьшает количество оставленной древесины в виде отходов на лесосеках. При этом потребителем тех древесных материалов, которые мы называем отходами на лесосеке, должен явиться Целлюлозно-бумажным комбинатам (ЦБК). Так в Богучанском районе, АО «Краслесинвест» реализует проект по строительству ЦБК «Зеленый завод». У которого, планируемая мощность производства – 830 тысяч тонн целлюлозы в год [3, 4].

Снижение количества оставленных в лесу отходов позволит экономить на лесовосстановлении. На примере АО «Краслесинвест». С 2007 по 2018 год расходы на лесовосстановление составили 391 801 500 рублей. За годы деятельности предприятия заготовлено и посеяно семян сосны обыкновенной – 4000 кг на площади в 4100 га. Подготовка почвы под лесные культуры с последующим созданием лесных культур и уход за ними, уходы за лесами – произведено на площади в 25668,3 га. Содействие естественному восстановлению – на площади 10599,7 га [5].

Вследствие вышесказанного, на территории Красноярского края, прослеживается ряд положительных аспектов в развитии лесопромышленного комплекса. Реализация государственных проектов позволит лесозаготовителям перейти на технологические процессы, направленные на комплексное использование древесины, что в свою очередь позволит им получать дополнительный доход. В связи с этим, на наш взгляд, стоит пересматривать и способы вывозки древесины на нижние склады, вспомнить о ранние повсеместно используемой хлыстовой технологии транспортировки сырья.

Говоря о транспортировке не надо забывать и про правила перевозки по дорогам общего пользования, так как большинство предприятий ЛПК края используют для перевозки сырья не только специализированные лесные дороги, но и дороги такого типа, по которым перевозить длинномерные хлысты запрещено [8]. Решением такой проблемы может стать транспортировка древесины в виде полухлыстов. Более детальная проработка этого вопроса требует дополнительных расчетов с точки зрения технологии и экономической целесообразности, что будет отражено в дальнейших работах авторов.

Библиографический список

1. Главная / Новости / Новая лесная политика Красноярского края: глубокая переработка и экологичность: [Электронный ресурс] // Сайт компании ООО «Деловой квартал-Екатеринбург» URL: <https://ekb.dk.ru> (Дата обращения: 31.01.2020)

2. Главная / Лесная промышленность / Дмитрий Маслодудов: «Основной вектор развития ЛПК Красноярского края – глубокая переработка древесины»: [Электронный ресурс] // Сайт отраслевого журнала «ЛПК Сибири» URL: <https://lpk-sibiri.ru> (Дата обращения: 31.01.2020)

3. Главная / Новости / Промышленность и энергетика / «Краслесинвест» построит в крае первый в России «Зеленый завод»: [Электронный ресурс] // Сайт компании ООО «Дела.ру» URL: <https://dela.ru> (Дата обращения: 24.02.2020)

4. Техническое оснащение современных лесозаготовок/ И. Р. Шегельман, В. И. Скрмпник, О. П. Галактионов. — СПб: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. — 344 с. (Дата обращения: 24.02.2020).

5. Главная / Экология / Лесовосстановление: [Электронный ресурс] // Сайт компании АО «Краслесинвест» URL: <https://www.kraslesinvest.ru/>. (Дата обращения: 24.02.2020).

6. Дополнительные материалы / Статьи / Технологии и оборудование лесозаготовок: [Электронный ресурс] // Сайт компании ООО «Форвард» URL: <http://forwarder.ru/>. (Дата обращения: 25.11.2017).

7. Дингес Н. П., Лозовой В. А. Технология лесопромышленных производств: Учебное пособие для студентов специальности 060800 всех форм обучения. – Красноярск: СибГТУ, 2003. -244 с. (Дата обращения: 24.02.2020).

8. Российская Федерация. Закон. О правилах перевозок грузов автомобильным транспортом : федер. закон : [Утверждено постановлением правительства РФ от 15.04.2011 г. №272].

УДК 621.791

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДИСКОВЫХ НОЖЕЙ ПРИ БЕССТРУЖЕЧНОМ ДЕЛЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Т.С. Ашмарова, студент
В.П. Ивановский, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Тимирязева 8, 394613, г. Воронеж, Российская Федерация E-mail: tatyana4615@mail.ru

В статье представлена методика расчёта оптимального режима работы дисковых пил для резания древесины. Было получено уравнение для расчёта максимальной скорости резания диском с учётом четырехкратного запаса прочности.

Ключевые слова: частота колебаний диска, скорость вращения вала, скорость, напряжения

ENSURING OPERATIONAL OPPORTUNITY OF DISK KNIVES IN CLEANLESS DIVISION OF WOOD

T.S. Ashmarova, student
V.P. Ivanovsky, Ph.D., Associate Professor

Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova,
8, Timiryazev Av., Voronezh, 394613, Russian Federation
E-mail: tatyana4615@mail.ru

The article presents the results of developing a methodology for calculating the most optimal operating mode of circular saws for cutting wood. An equation was obtained for calculating the maximum cutting speed of a disc with a four-fold safety factor, as well as a differential equation for the movement of the disc.

Keywords: disk oscillation frequency, shaft rotation speed, speed, tension.

Прочность инструментов и безопасность их эксплуатации должны удовлетворять комплексным параметрам их долговечной работы [1]. Собственно, для приводных инструментов верхний предел скорости резания ограничен прочностью диска и конструкцией самого вала. При вращении диска действует центробежная сила, приводящая к возникновению тангенциальных и радиальных напряжений. Главенствующую роль играют тангенциальные напряжения по сечению диска, возникающие от центробежных сил [2,3]

$$F_{\text{центр}} = m\omega^2 R, (H),$$

$$\tau = U_{\text{окр}}^2 \frac{P_{\text{уд}}(3+\mu)}{4q} + \left(1 + \frac{1-\mu}{3+\mu} a^2\right), (H/\text{мм}^2),$$

где $F_{\text{центр}}$ — действующая центробежная сила,

m — масса элемента,

ω — угловая скорость вращения,

$U_{\text{окр}}$ — окружная скорость вращения диска,

$P_{\text{уд}}$ — удельный вес материала диска,

δ — коэффициент Пуассона,

q — ускорение силы тяжести,

a — отношение радиуса посадочного отверстия к наружному радиусу диска,

r — максимальные тангенциальные напряжения.

Указанные максимальные тангенциальные напряжения имеют место в зоне, близкой к посадочному отверстию, и их величина определяется скоростью резания диском. Приравняв максимальные тангенциальные напряжения к пределу прочности диска получим уравнение для расчёта максимальной скорости резания диском с учётом четырехкратного запаса прочности:

$$U = \left[\frac{\sigma_{\text{в}} \cdot q}{P_{\text{уд}}(3+\mu) \cdot \left(1 + \frac{1-\mu}{3+\mu} a^2\right)} \right]^{\frac{1}{2}}, (M/c).$$

Выявленная максимально допустимая скорость U не должна совпадать с критической.

Критическая скорость резания рассматривается из условия равенства частоты вращения вынужденной частоте колебания диска:

$$f_{\text{вын}} = (f_{\text{собств.}}^2 + cn^2)^{\frac{1}{2}}, (Гц),$$

где c — коэффициент скорости,

n — частота вращения вала в секунду,

$f_{\text{собств.}}$ — частота собственных колебаний диска, которая находится по формуле:

$$f_{\text{собств.}} = \frac{(c/R)^2 S}{4\pi R^2} \left(\frac{q \cdot E}{3P_{yд}(1-\mu^2)} \right)^{\frac{1}{2}}, \text{ (Гц)},$$

где c — радиус зажимной шайбы,
 R — наружный радиус диска,
 E — модуль упругости материала диска,
 S — толщина диска.

Рассчитанная вынужденная частота колебаний диска и частота вращения не должны совпадать или быть кратными, иначе может возникнуть явление резонанса. При сборке валов необходимо, как можно более точно совместить центр тяжести диска с геометрической осью. Эксцентриситет центра тяжести может сильно возрасти с увеличением чистоты вращения вала и привести к нелинейному увеличению центробежных сил. Чтобы пренебречь собственным весом вала, условно примем ось вала вертикальной. Допустим, что центр тяжести диска находится на расстоянии « e » от оси вала, в точке \mathcal{C} . Возникающая при вращении центробежная сила F вызывает прогиб вала « e », величина которого зависит от размеров и материала вала:

$$F = m(e + e')\omega^2,$$

где F — центробежная сила;
 m — масса вала;
 ω — угловая скорость вала.

Жесткость вала определяется также величиной возникающей центробежной силы:

$$F = ce,$$

где c — жесткость вала, Н/см.

Из полученного равенства можно выразить величину прогиба вала:

$$e = \frac{me'\omega^2}{c - m\omega^2},$$

Прогиб вала значителен, если знаменатель этой формулы будет близок к нулю:

$$c - m\omega^2 = 0.$$

Откуда определим критическую угловую скорость вращения вала:

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}},$$

и критические частоты оборотов:

$$n_{кр} \approx 300 \sqrt{\frac{c}{G}},$$

где G — вес диска, Н.

Или выразив через ускорение свободного падения:

$$n_{кр} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{cg}{G}}, \text{ (сек}^{-1}\text{)}$$

Полученное значение $n_{кр}$ является частотой собственных колебаний вала. Критическому числу оборотов вала и соответствует явление резонанса. При этом уравнение движения имеет вид:

$$m \frac{d^2 l}{dt^2} = -Cl,$$

или

$$\frac{d^2 l}{dt^2} + \alpha^2 l = 0,$$

где

$$\alpha^2 = \frac{c}{m}.$$

Интегрируя данное уравнение, получим:

$$l = A \cos at + B \sin at,$$

где A и B — постоянные интегрирования зависящие от условий движения вала соответствующим гармоническим колебаниям вала с периодом:

$$T = 2\pi\alpha,$$

С увеличением угловой скорости вращения вала прогиб e' уменьшается и уменьшается амплитуда колебаний вала, особенно с началом разрезания и возникновением сил сопротивления. Технологический режим процессов деления требует. Чтобы вал работал при числе оборотов ниже критических, т.е. был жёстким. Переходя от невесомого вала к горизонтальному, получим аналогичное уравнение для центробежной силы:

$$F = m(e + e')\omega^2.$$

В этом случае вес диска вызывает дополнительный прогиб вала « e'' ».

$$e'' = \frac{Gq}{c},$$

где Gq — вес диска.

Библиографический список

1. Ивановский, В.В. Методические указания по обучению безопасным методам работы на станках общего назначения [Текст] / В.П. Ивановский; ВГЛТА. — Воронеж, 1993. — 30 с.
2. Ивановский, В.П. Бесстружечное резание древесины мягких пород [Текст] / В.П. Ивановский. — Воронеж; ВГУ, 2003. — 170 с.
3. Ивановский, В.П. К определению собственных колебаний пильного вала оснащённого диском бесстружечного резания [Текст] / В.П. Ивановский // Технологии и оборудование деревообработки в 21 веке : межвуз. сб. науч. тр. / под ред. проф. Шамаева В.А.; ВГЛТА. — Воронеж, 2003. — С. 75-79.

УДК 630.383

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА СТРОИТЕЛЬСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕНИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

П.А. Барчук*, студент,
Т.Е. Воронцова, студент,
А.Н. Баранов, доцент

Сибирский государственный университет науки и технологий имени
академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ.

«Красноярский рабочий», 31

*E-mail: barchuck.polina@yandex.ru

В статье представлен способ строительства технологической лесовозной дороги с использованием отходов лесозаготовок и дренирующего материала реализация которого, позволила увеличить прочность дорожной конструкции, удлинить сезон вывозки древесины и повысить эффективность лесозаготовительного процесса.

Ключевые слова: хворостяная подушка, дорожная конструкция, древесные отходы, подвижной состав, переувлажненные грунты.

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF CONSTRUCTION OF A TECHNOLOGICAL LOGGING ROAD USING DRAINING MATERIAL AND WOOD WASTE

P. A. Barchuk*, student,
T. E. Vorontsova, student,
A. N. Baranov, associate Professor

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

*E-mail: barchuck.polina@yandex.ru

The article presents a method of construction of a technological logging road using logging waste and draining material, the implementation of which allowed to increase the strength of the road structure, lengthen the season of wood removal and increase the efficiency of the logging process.

Keywords: firewood cushion, road construction, wood waste, rolling stock, waterlogged soils.

Продукция лесозаготовок стала в нашей стране дефицитной и дорогой. Причин возникновения дефицита круглых лесоматериалов несколько. Одной из главных является сезонный характер лесозаготовок. Причиной сезонного характера работы лесной промышленности является недостаток лесовозных дорог, особенно дорог круглогодичного действия. Строительство дорожных конструкций в лесном комплексе позволяет снизить затраты на заготовку лесной продукции, повысить продуктивность леса, обеспечить движение подвижного состава с номинальными нагрузками и расчетными скоростями, а также обеспечить ритмичную поставку в течении всего года. Последние 20 лет лесовозные дороги практически не строились из-за экономического состояния лесозаготовительных предприятий. Ситуация обострилась в последние годы в связи с глобальным потеплением климата. При таком режиме работы лесозаготовительные предприятия должны иметь практически в два раза больше лесозаготовительных и лесотранспортных машин, чем при ритмичной в течение года работе. Организуя ритмичную поставку в течении года, можно увеличить эффективность транспортных средств.

Помимо экономической, проблема имеет экологическую составляющую, поскольку лесные грунты, разрушенные трелевочными машинами, подвержены эрозии, на них затруднено лесовозобновление.

Таким образом, устранение зависимости лесозаготовительных работ от природных условий и разработка ресурсосберегающей технологии и оборудования для лесопользования на лесосеках со слабыми переувлажненными грунтами, является первоочередной задачей, как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Целью работы является обоснование эффективности способа строительства технологической лесовозной дороги с использованием дренирующего материала и древесных отходов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Обосновать конструкцию технологической лесовозной дороги;
2. Обосновать наличие и доступность материалов для строительства дорожной конструкции.

На основе анализа разработанных ранее дорожных конструкций на переувлажненных грунтах, нами предлагается дорожная конструкция в виде двух траншей разработанных на расстоянии 1 метра друг от друга, на дно которых укладываются древесные отходы. На рисунке представлен поперечный профиль лесовозной автомобильной дороги с использованием дренирующего материала и хворостяной подушки.

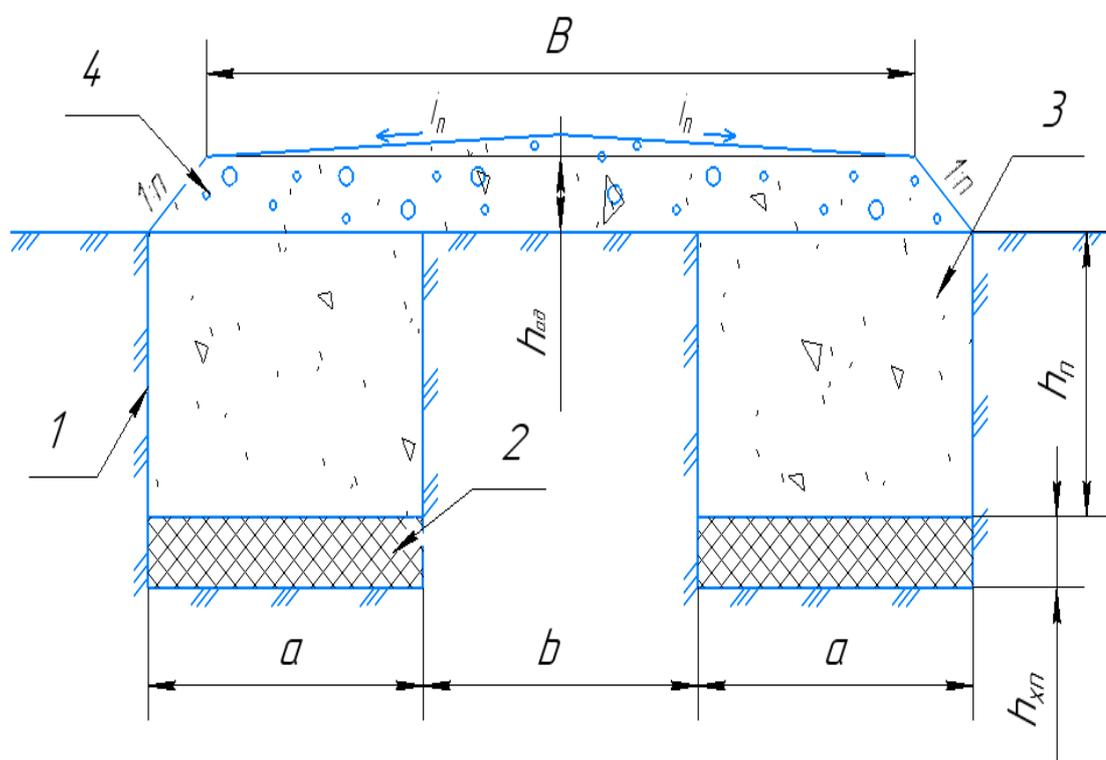


Рисунок 1 – Поперечный профиль технологической лесовозной дороги

1 – траншея; 2 – древесные отходы; 3 – песок; 4 – гравийная дорожная одежда; B – ширина проезжей части; a – ширина траншеи; b – расстояние между траншеями; $h_{п}$ – глубина засыпки песка; $h_{хп}$ – глубина хворостяной подушки; n – коэффициент крутизны откоса дорожной одежды; $h_{ад}$ – высота дорожной одежды; i_n – поперечный уклон дорожной одежды.

Отходы лесопиления на 1000 м^3 заготовленной древесины на лесосеке составляют 165 м^3 , на нижнем складе 225 м^3 , а это примерно 39% лесозаготовительной промышленности, которая не используется и оставляется

лесозаготовителями на сжигание или просто гниение в лесу. Для строительства данной дорожной конструкции на 100 м требуется в среднем 160 м³ песка, 200 м³ отходов, 120 м³ гравия, что подтверждает наличие и доступность материалов.

Предложенная технология строительства лесовозной дороги позволит утилизировать отходы лесозаготовительной деятельности, увеличить время вывозки древесины, обеспечить ритмичность её поставки, что позволит отвлекать на транспортный процесс меньшее количество ресурсов. Предлагаемая конструкция дороги позволит использовать доступный дренирующий материал (песок) и уменьшить нагрузку от подвижного состава. Также предлагаемая конструкция дороги позволит улучшить её водно-тепловой режим за счёт понижения уровня грунтовых вод, используемая древесина в сооружении без доступа воздуха и при плавном колебании температуры и влажности будет менее подвержена гниению, что скажется на удлинении срока службы самой дороги. Одновременно повышается уровень санитарного состояния лесосек в результате утилизации части лесосечных отходов. После проведения лесозаготовительных работ данная дорога может быть использована для проведения лесохозяйственных, лесовосстановительных работ, противопожарных и рекреационных мероприятий. Серьезным преимуществом этих дорог является простота их устройства, не требующая высококвалифицированного труда.

Библиографический список

1. СНИП 2.05.02-85, Автомобильные дороги. Госстрой СССР-М.; ЦИТМ Госстрой СССР. 1886 – 56 с.
2. СНИП 2.05.07 – 85, Промышленный транспорт. СССР. – М.; ЦИТМ Госстрой СССР. 1986 – 68 с.
3. Транспорт леса: [учеб. для вузов]: в 2 т. – (Высшее профессиональное образование. Лесное хозяйство). Т.1: Сухопутный транспорт / [Э.О. Салминен [и др.]]; под ред. Э.О. Салминена, 2009. – 368 с.
4. Павлов Ф.А. Покрытия лесных дорог. М. : Лесн. пром-сть, 1980. - 176 с.
5. Степанов В.И. Отходы лесной промышленности и их использование в национальном хозяйстве / В.И. Степанов, Н.А. Мезина // Вестник российского экономического университета имени Г.В. Плеханова Издательство: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова (Москва) – 2012 - №3(45) – С. 82-88

О сезонном характере лесозаготовок [Электронный ресурс]. URL: <https://kelohouse.ru/vse-o-dereviannom-srube/o-sezonnom-kharaktere-lesozagotovok.html> (дата обращения 15.02.2020).

УДК 608.4, 674.8

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ

А.Р. Бирман ⁽¹⁾, д-р техн. наук, профессор
В.А. Соколова ^{(1)*}, канд. техн. наук, доцент
С.А. Войнаш ⁽²⁾, инженер,

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет»,

г. Санкт-Петербург

⁽²⁾ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
г.Новосибирск

^{(1)*}E-mail: sokolova_vika@inbox.ru

⁽²⁾ E-mail: sergey_voi@mail.ru

В статье рассмотрен вопрос разработки аппаратного оформления процесса точного оперативного определения объема тел неправильной формы, обладающих как отрицательной, так и положительной плавучестью, например цельной, измельченной древесины и иных тел. Известные способы оценки плотности путем измерения объема вытесненной воды, обладают рядом недостатков, одним из которых является невозможность их использования для тел, имеющих положительную плавучесть, это в полной мере относится к образцам из цельной или измельченной древесины. Предложенная новая конструкция плотномера включает прозрачный цилиндрический вертикальный сосуд с жидкостью и исследуемым образцом, при этом сосуд разделен на две равные по объему полости жесткой перегородкой с отверстием. В ходе измерения в сосуд вливают жидкость в объеме, равном половине емкости сосуда, а на жесткую перегородку размещают исследуемый образец. После герметизации поворачивают сосуд в вертикальной плоскости на 180° при этом жидкость через отверстия в жесткой перегородке перетекает в ту полость сосуда с исследуемым образцом. В этом положении в верхней полости сосуда оказывается объем жидкости, вытесненный образцом из противоположной полости сосуда, и равный объему образца. Величина этого объема определяется визуально по показаниям шкалы вертикальной линейки, градуированной в единицах объема. Прибор является простым в изготовлении и удобным в эксплуатации, обеспечивает возможность исследования образцов или проб вещества как в лабораторных, так и в полевых условиях. Влажность образцов не влияет на результаты измерений.

Ключевые слова: плотность, измерение, древесина, щеп.

DENSITY METER

A.R. Birman ⁽¹⁾, doctor of technical Sciences Professor
V.A. Sokolova ^{(1)*}, Ph.D., Assoc.
S.A. Voinash ⁽²⁾, engineer,

⁽¹⁾ FSBEI HE "St. Petersburg State Forestry University",
St. Petersburg

⁽²⁾ FSBEI HE "Novosibirsk State Agrarian University", Novosibirsk

^{(1)*}E-mail: sokolova_vika@inbox.ru

⁽²⁾ E-mail: sergey_voi@mail.ru

The article considers the issue of developing the hardware design for the process of accurately determining the volume of bodies of irregular shape, possessing both negative and positive buoyancy, for example, whole, shredded wood and other bodies. Known methods for estimating density by measuring the volume of displaced water have a number of disadvantages, one of which is the inability to use them for bodies with positive buoyancy, this fully applies to samples of solid or crushed wood. The proposed new design of the densitometer includes a transparent cylindrical vertical vessel with a liquid and a test sample, while the vessel is divided into two equal in volume cavities by a rigid partition with a hole. During the measurement, liquid is poured into the vessel in a volume equal to half the capacity of the vessel, and the test sample is placed on a rigid partition. After sealing, the vessel is turned in a vertical plane by 180°, while the liquid flows through the holes in the rigid partition into the cavity of the vessel with the test sample. In this position, in the upper cavity of the vessel is the volume of fluid displaced by the sample from the opposite cavity of the vessel, and equal to the volume of the sample. The value of this volume is determined visually by the reading of the scale of the vertical ruler, graduated in units of volume. The device is simple to manufacture and convenient to operate, provides the ability to study samples or samples of substances in both laboratory and field conditions. The moisture content of the samples does not affect the measurement results.

Key words: density, measurement, wood, wood chips.

Важнейшим аспектом при организации работ на целлюлозно-бумажных предприятиях является нормирование расхода древесины, которое жестко регламентировано [8]. При этом технологический процесс производства строительных материалов, мебели и других изделий из древесины требует определения физико-механических свойств и структуры применяемых древесных материалов, для установления которых существует значительное разнообразие методик и оборудования [1, 2, 6].

Одной из важнейших физических характеристик древесины является ее плотность ρ , которая определяется отношением массы древесного образца к его объему и выражается формулой [1, 5]:

$$\rho = m / V, \quad (1)$$

где m – масса древесины;

V – объем древесины.

Зная вес и плотность цельной древесины, можно осуществлять учет древесины в кубических метрах плотной массы, что необходимо для определения производительности оборудования, контроля количества

отгружаемой потребителю продукции. Так же возможно определять и насыпной объем древесины, что важно при расчетах вместимости складских помещений и транспортных единиц (с учетом коэффициента полнодревесности) при поставках полуфабрикатов или готовой продукции потребителю [1,4,10].

Установление плотности поступившей в переработку древесины важно и по причине отличия усредненных справочных данных [3] от истинного значения величины плотности, так как плотность дерева зависит от влияния климата и почвы, времени рубки и т.д., а в пределах одного сортимента – от его местоположения по длине ствола.

Измерение плотности требует прямых измерений массы и объема вещества. При этом массу измеряют взвешиванием, а измерение объема твердых тел связано с определенными трудностями.

В случае исследования образцов правильной геометрической формы объем находят из измерения линейных размеров. Но правильная форма образцов характерна только для аморфных материалов, к которым не относится древесина (хотя бы по причине изменения ее влажности, а значит и размеров, во времени). При определении плотности образцов неправильной формы вычислить объем образца через линейные размеры невозможно.

Известны способы измерения плотности, основанные на использовании различных физических явлений и величин, которые однозначно зависят от плотности. Это ослабление радиоактивного излучения, которым «просвечивают» вещество, скорость распространения звука в веществе и другие. Однако такие способы достаточно сложны, требуют использования дорогой аппаратуры и привлечения квалифицированного персонала. На практике объем твердых тел неправильной формы (или сыпучего материала) определяют методом вытеснения, то есть путем приращения объема жидкости, вызываемого полным погружением в нее испытуемого тела (вещества) [7]. Приборы для этой цели получили название объемомеров [9].

Однако главным недостатком известных объемомеров является невозможность их использования для определения плотности образцов, имеющих плотность ниже плотности дистиллированной воды (или иной жидкости, заливаемой в сосуд объемомера), так как образец, имеющий положительную плавучесть, вытесняет при погружении объем жидкости меньший, чем собственный объем. Данный аспект в полной мере относится к образцам из цельной или измельченной древесины.

Для полного погружения древесных образцов в жидкость объемомера необходимо использовать некий толкатель, попадание которого в жидкость с погруженным образцом искажает результат по измерению объема исследуемого образца [9].

Нами предлагается новая конструкция плотномера (рис. 1), которая лишена недостатков известных плотномеров и может быть использована для точного оперативного определения объема образцов неправильной формы, обладающих как отрицательной, так и положительной плавучестью. При этом

прибор может использоваться при исследованиях, как цельных образцов, так и измельченных, например, щепы или пеллет.

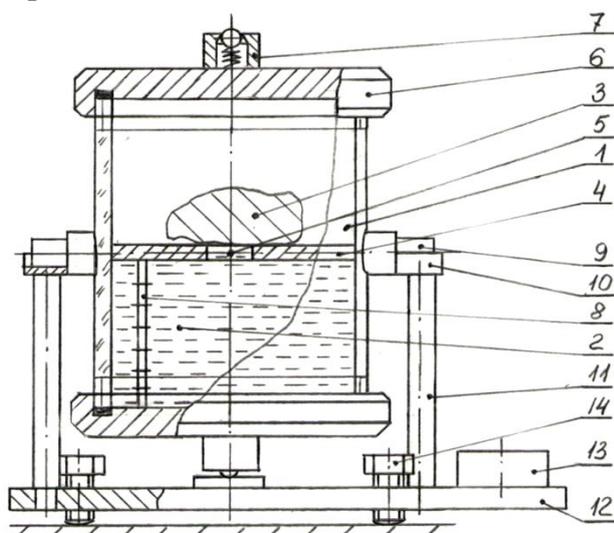


Рисунок 1 – Снаряженный объеммер перед проведением исследований

Прибор включает прозрачный цилиндрический вертикальный сосуд 1 с жидкостью 2 и исследуемым образцом 3, разделенный на две равные по объему полости жесткой перегородкой 4 с отверстием 5. Сосуд 1 снабжен двумя герметичными геометрически одинаковыми пробками 6 с фиксаторами 7, вертикальной линейкой 8 и жестко скрепленными с сосудом 1 двумя наружными цилиндрическими пальцами 9, ось которых проходит через центр тяжести сосуда 1. Пальцы 9 лежат на опорах вращения 10 вертикальных стоек 11 станины 12, снабженной горизонтальным уровнем 13 и регулируемыми по высоте ножками 14.

Установив прибор на горизонтальной поверхности, добиваются горизонтального положения в пространстве его станины 12 с помощью стандартного уровня 13 и регулируемых по высоте ножек 14.

В сосуд 1, вертикально зафиксированный нижним фиксатором 7, со снятой, например, резьбовой верхней герметичной пробкой 6 вливают жидкость 2 в объеме, равном половине емкости сосуда 1. На жесткую перегородку 4 размещают исследуемый образец 3 (или пробу вещества) и герметизируют сосуд 1 пробкой 6. Затем поворачивают сосуд 1 в вертикальной плоскости на 180° на цилиндрических пальцах 9, расположенных на опорах вращения 10 вертикальных стоек 11 и фиксируют вертикальное положение сосуда 1 с помощью фиксатора 7 перевернутой вниз верхней пробки 6.

По завершению вращения сосуда 1 жидкость 2 через отверстие 5 в жесткой перегородке 4 перетекает в ту полость сосуда 1, где и размещен исследуемый образец, или проба вещества. На рис. 2,а представлен вид прибора в период проведения исследований с образцом, обладающим отрицательной плавучестью (образец лежит на дне нижней полости сосуда).

В этом положении в верхней полости сосуда оказывается объем жидкости, вытесненный образцом (или пробой вещества) из противоположной

полости сосуда, и, очевидно, равный объему образца (или пробы вещества). Величина этого объема определяется визуально по показаниям шкалы вертикальной линейки 8, градуированной в единицах объема.

Плотность вещества ρ предварительно взвешенного образца 3 с массой m определяется по формуле (1), где V – показания шкалы линейки 8.

По окончании процесса исследования образца (или пробы вещества) поворотом сосуда 1 на 180° возвращают прибор в исходное положение, снимают пробку 7, удаляют образец и приступают к очередному исследованию.

В случае определения плотности образцов с положительной плавучестью образец 3 будет плавать в объеме жидкости нижней полости сосуда 1, а точнее – будет прижат выталкивающей силой к нижней плоскости жесткой перегородки 4 (рис. 2,б).

При исследовании проб вещества жесткая перегородка 4 выполняется с одним или большим количеством отверстий для обеспечения свободного перетекания жидкости 2 из одной полости сосуда 1 в его противоположную полость. При этом диаметр отверстий в перегородке 4 должен быть меньше наименьшей из частиц, составляющих пробу вещества.

Условие прохождения оси пальцев 9 через центр тяжести сосуда 1 должно выполняться для обеспечения надежной работы фиксаторов 7. Нижняя герметичная пробка 6 выполнена съемной для возможности периодической очистки сосуда 1.

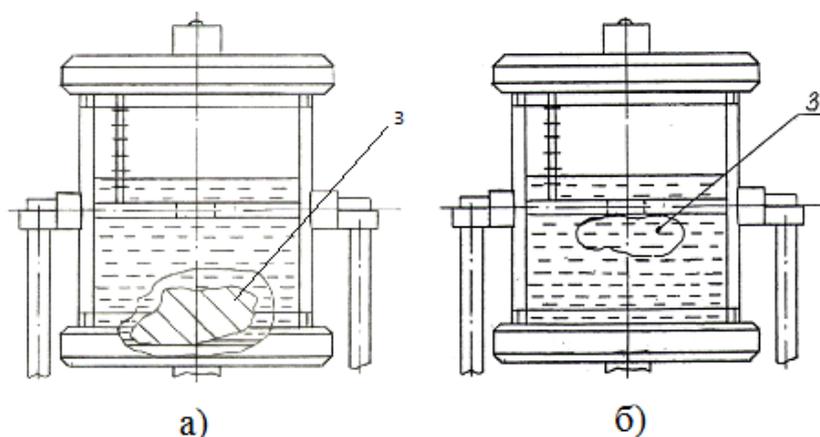


Рисунок 2 – Устройство в период проведения исследований с образцом, обладающим:

а – отрицательной плавучестью, б – положительной плавучестью.

Жидкость, используемая в устройстве, может быть непрозрачной или подкрашенной с целью более точной визуальной фиксации ее уровня по отношению к рискам градуировки линейки 8. Жидкость подлежит замене в случае ее загрязнения частицами, отделившимися от образца или пробы вещества в период проведения исследований.

Станина 12 устройства может быть установлена на весах, что позволит осуществлять измерение массы образцов или пробы вещества одновременно с определением их объема.

Определение емкости сосуда 1 с установленной перегородкой 4 для каждого отдельного устройства предлагаемой конструкции осуществляется перед началом его первой эксплуатации с помощью мерной емкости. Габариты устройства зависят от размеров исследуемого образца (или пробы вещества).

Выводы. Предложенный прибор для определения плотности древесины и иных твердых тел, в том числе неправильной формы, является простым в изготовлении и удобным в эксплуатации, обеспечивает возможность исследования образцов или проб вещества, как в лабораторных, так и в полевых условиях, при этом влажность образцов не влияет на результаты измерений.

Библиографический список

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. – М.: Академия. 2011. 272 с.
2. Тамби А.А., Юркова О.В., Куницкая О.А., Степанищева М.В. Исследование влияния физических свойств и строения древесины сосны на ее прочность // Системы. Методы. Технологии. 2017. № 4 (36). С. 157-161.
3. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. Т.1. – СПб.: ЛТА. 2002. 425 с.
4. Шегельман И.Р., Полежаев К.В., Васильев А.С. Коэффициент полндревесности круглых лесоматериалов в условиях Северной Карелии // Глобальный научный потенциал. 2012. № 9 (18). С. 31-33.
5. Анисович А.Г., Буйницкая А.С. Стандартные методы определения пористости материалов (обзор) // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. 2015. № 2. С. 30-36.
6. Чубинский А.Н., Тамби А.А., Тепноев А.В., Ананьева Н.И., Семишкур С.О., Бахшиева М.А. Физические неразрушающие методы испытания и оценка структуры древесных материалов // Дефектоскопия. 2014. № 11. С. 76-84.
7. Домостроев А.В. Определение плотности твердых тел методом уравнивания в жидкости // Измерительная техника. 2009. № 9. С. 23-26.
8. ОСТ 81-119-79. Инструкция по нормированию расхода древесины в производстве целлюлозы и древесной массы. – М.: Лесная промышленность, 1982. 106 с.
9. Кивилис С.С. Плотномеры. – М.: Энергия, 1980. 279 с.
10. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. – М.: Лесная промышленность. 1985. 264 с.

УДК 658.78

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ПОГРУЗЧИКА НА СКЛАДЕ ЛЕСОПРОДУКЦИЙ ПОСРЕДСТВОМ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА ПОИСКА РАЦИОНАЛЬНОГО МАРШРУТА

С.А. Бровкин, студент,
К.В. Астапкович, студент,

А.Л. Давыдова, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика
М.Ф. Решетнева», г. Красноярск
E-mail: worb1@mail.ru

В статье рассмотрена необходимость разработки алгоритма при планировании оптимального маршрута транспортировки лесоматериалов между складскими зонами, представлен алгоритм и обозначена его эффективность во временных и финансовых затратах. Материалы статьи могут быть использованы для дальнейшей разработки информационного программного обеспечения.

Ключевые слова: алгоритм, склад, погрузчик, блок, математическая модель.

OPTIMIZATION OF THE LOADER MOVEMENT PROCESS IN THE FOREST PRODUCTS WAREHOUSE BY DEVELOPING AN ALGORITHM FOR FINDING A RATIONAL ROUTE

S.A. Brovkin, student,
K.V. Astapkovich, student,
A. A. Davydov, senior lecturer,

Siberian University of science and technology. academician's
M. F. Reshetnev", Krasnoyarsk
E-mail: worb1@mail.ru

The article considers the need to develop an algorithm for planning the optimal route for transporting timber between storage areas, presents the algorithm and indicates its effectiveness in time and financial costs. The materials of the article can be used for further development of information software.

Keywords: algorithm, warehouse, loader, block, mathematical model.

При совершенствовании работы склада лесопродукции особое внимание стоит уделять внутрискладским перемещениям, ввиду присутствия резервов экономий логистических затрат в данной части технологического процесса.

Главной целью организации перемещения лесоматериалов на складе с помощью метода маршрутизации является разработка такого маршрута в транспортно-складской логистике, при котором груз будет перемещаться максимально быстро и с наименьшими финансовыми затратами, в том числе на эксплуатацию техники.

Складирование осуществляется путём перемещения груза в отведённое место по определённому маршруту, наблюдая процесс можно выделить, что в многопродуктовой постановке, а также партий больших партий

использование погрузчика по обычному маятниковому маршруту не является экономически и технически целесообразным из-за большого числа холостых ходов.

Для нахождения решения обозначенной задачи маршрутизации и обеспечения быстрого нахождения искомым условий необходимо создать алгоритм, в основе которого математическая модель.

Математические условия при создании модели, могут быть сформулированы, как целочисленное введение булевых переменных $X_{ij} = 1$ - если маршрут включает транспортировку из пункта i в пункт j , и $X_{ij} \rightarrow 0$ в противном случае. Тогда можем задать математическую модель следующим образом:

$$F(X) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N C_{ij} \cdot X_{ij} \quad (1)$$

где C_{ij} – объемы лесоматериалов перевозимые из i -й зоны погрузки на j -е места хранения;

n – число зон хранения лесоматериалов;

X_{ij} - количество маршрутов из i зоны, в j место хранения.

При ограничениях

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 & j = \overline{1, n} \\ \sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 & i = \overline{1, n} \\ X_{ij} \geq 0 & i, j = \overline{1, n} \end{cases} \quad (2)$$

Эти ограничения в совокупности обеспечивают, то, что каждая переменная X_{ij} равна или нулю, или единице. При этом выражают условия, что погрузчик побывает в каждом пункте один раз, и один раз из него выехав. Однако, этих ограничений недостаточно для постановки задачи, так как они не отрицают решения, где вместо одного маршрута, проходящего через n пунктов, отыскиваются 2 и более. Следовательно, задача, описанная ограничениями должна включать условие, обеспечивающие связность исследуемого маршрута.

Чтобы исключить при постановке задачи все возможные подциклы, в систему включают следующее ограничение:

$$nX_{ij} > n - 1 \quad (3)$$

где $j = \overline{2, n}$, $i = \overline{2, n}$

Реализация обозначенной математической модели осуществляется посредством алгоритма приведенного на рисунке. Данный алгоритм призван

обеспечить эффективную работу погрузчика, основанную на его непрерывном движении и выборе наикратчайшего маршрута.

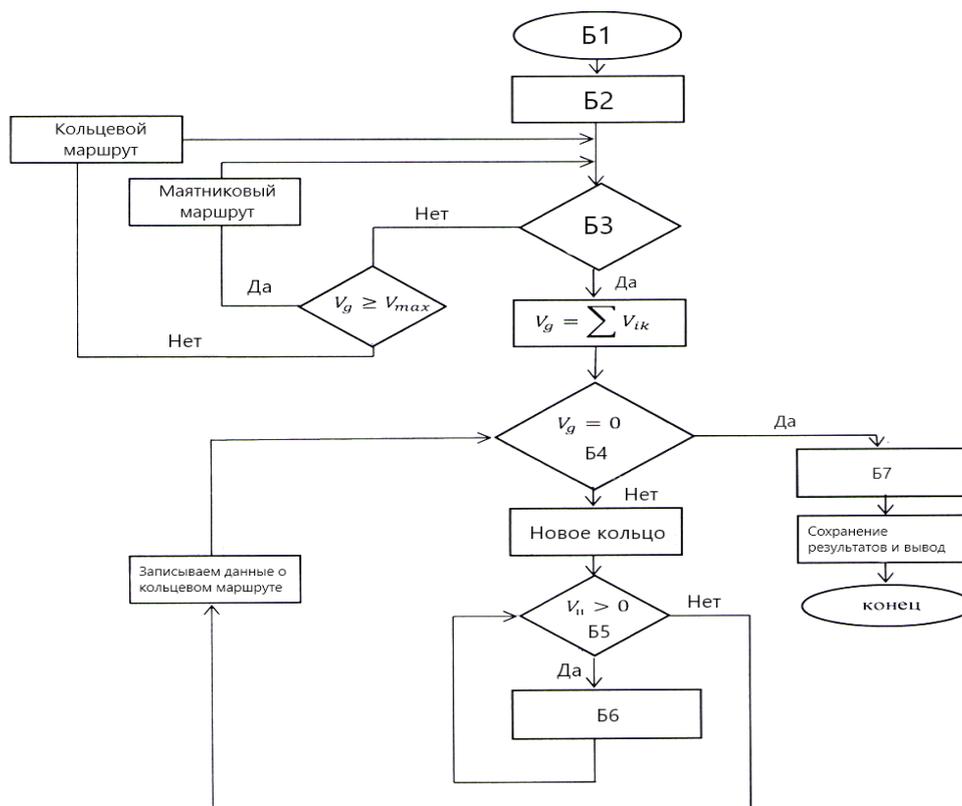


Рисунок 2- Алгоритм движения погрузчика с различными типами движения

Алгоритм берёт начало с разгружаемого транспортного средства блок Б1 и приёмной площадки блока Б2 на складе, в блоке Б1 происходит разгрузка транспортного средства и приёмка груза по числу грузовых мест в соответствии с сопроводительными документами на склад, во время приёмки осуществляется проверка груза на наличие его в полном объёме в соответствии с документами, формируются отчёты и акт приёмки груза, где указываются названия поставляющих организаций, количество груза, наличие брака, время прибытия и др. а так же возможные стохастические данные при перевозке груза, затем при приёмке груза автопогрузчиком определяется его вес и по нему выполняется одно из условий дальнейшего хода алгоритма в блоке Б3.

В блоке Б3 при условии, если переносимые материальные ценности соответствуют максимальному весу поднятия автопогрузчиком ($V_g = V_{ik}$) то погрузчик сразу движется в назначенный адрес на складе.

При условии, если груз превышает возможности автопогрузчика, или же вес его значительно ниже разрешённой для подъёма груза, то выбирается один из типов маршрутов (при $V_g > V_{max}$, выбирается кольцевой маршрут, при $V_g < V_{max}$ выбирается маятниковый маршрут)

Затем в блоке Б4 после выбора типа движения погрузчика задается повторный запрос в блоке Б5, при котором проверяется о наличии груза как на самом погрузчике, так и на отгружаемом транспортном средстве, если условие,

при котором груз был перевезен на склад полностью, то результаты переносятся в блок Б7 сохраняются результаты и формируется отчет.

При условии, если в обоих случаях подтверждается наличие груза, то в блоке Б6 создается новое кольцо и алгоритм повторяется то тех пор пока груз не будет полностью доставлен на склад.

По критерию минимума пробега техники вариант при создании алгоритма с маятниковым и кольцевым маршрутом является более выгодным, так как минимизируется пробег, и совокупности затраты на эксплуатацию техники, ГСМ, РММ, так же в целом капитальные вложения на складское оборудование.

Таким образом разработка алгоритма транспортировки лесопродукции на складе от зоны приемки до мест хранения. обеспечивает сокращение протяженности транспортировки, сводя к минимуму суммарные затраты, получающиеся при транспортировке лесных грузов с мест разгрузки к местам хранения.

Данный алгоритм может быть использован при создании информационного программного обеспечения, что в свою очередь автоматизирует процесс нахождения наиболее рационального алгоритма.

Библиографический список

1. Гаджинский, А. М. Современный склад. Организации, технологии, управление и логистика [Текст]: учеб. пособие / А. М. Гаджинский. – Москва : Инфра-М, 2012. – 115 с.

2. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Э. Горев. – 5-е изд., испр. – Москва : Издательский центр, 2007. – 245 с.

3. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы) [Текст]: учебник для транспортных вузов / под общ. ред. Л. Б. Миротина. – Москва: Экзамен, 2007. – 448 с.

УДК 630.431.5

БИО-РЕФАЙНИНГ КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВА

А.А. Буркина, студент,

С.А. Чесакова, студент,

А. Л. Давыдова, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика

М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

E-mail: andr3ewnavic@yandex.ru

В статье представлен био-рефайнинг, как один из перспективных способов получения биотоплива в России. Применение данной технологии позволяет значительно сократить траты средств при генерации энергии.

Ключевые слова: Био-рефайнинг, энергия, переработка, растительное сырье, древесина

BIO-REFINING AS A METHOD OF PRODUCING BIOFUEL

A.A. Burkina, student,
S.A. Chesakova, student,
A. L. Davydova, Senior Lecturer

FSBEI of HE "Siberian University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva", Krasnoyarsk
E-mail: andr3ewnavic@yandex.ru

The article presents bio-refining as one of the promising methods for producing biofuel in Russia. The use of this technology can significantly reduce the cost of funds for energy generation.

Keywords: bio-refining, energy, processing, plant materials, wood

Биорефайтинг создаёт продукты на основе переработки растительного сырья. Используется это как правило в регионах произрастания. Самый инновационный проект на данный момент биорефайтинг. Данный процесс состоит из переработки древесины из которой получается новый вид более эффективного биотоплива.

При использовании древесной биомассы существуют 2 наиболее важные задачи — это механическая и химическая переработка древесины. Дерево состоит из древесной биомассы, то есть скопление органических веществ. В современном мире выделяют 4 класса компонентов органических веществ, т.е. древесной биомассы, такие как ствол, сучья, листья, кора, пни и корни.

В процессе биорефайтинга можно получить определенное количество полимеров, волокон, лекарственных компонентов, а также специальных материалов и товаров. Главным образом нужно понять, что бензин и керосин получить из дерева нельзя, так как данный продукт не поддаётся разложению на углеводы по прямой цепи, из которой состоят нефтепродукты. Но получить вещества способные заменить нефтепродукты можно.

В 21 веке существует отрасль биоэнергетики, для неё использования применяется специальное топливо биологического происхождения. Например, отходы, лесозаготовительного и деревообрабатываемого производства, а также сельского хозяйства, возможно использование некоторых видов твёрдых бытовых отходов (к ним относятся: бумага, картон, пластик, пищевые отходы) и промышленные отходы. В первую очередь это целлюлозно-бумажные производства.

Энергия, которую можно получить из торфа и биомассы является частью природного круговорота, при воздействии данных веществ под солнечной энергией формируется биомасса, а при разложении данная энергия высвобождается. Разложение данной биомассы не вносит изменения в климат, потому что энергия биотоплива CO_2 считается нейтральной.

Существует определённая классификация биотоплива предложенная лесным отделом "FAO". В ней виды древесного сырья делятся по происхождению:

- непосредственная заготовка топлива на лесных складах или в лесу для первичной (древесина из ствола, кустарники, ветви и кора) и вторичной (щепа, пеллеты, брикеты и уголь) обработки.

- побочная продукция от первичной переработки для создания топлива (на лесопильных, деревообрабатывающих и целлюлозно-бумажных предприятиях), а также от вторичной переработки (столярных мастерских, мебельных фабриках и другое). Данный тип топлива уникален, тем, что может использоваться без обработки, но и можно переработать в другие виды топлива. Все, потому что начальная структура топлива сохраняется.

- древесные отходы в топливо. Процесс использования древесины более одного раза. Как правило, такая древесина появляется при строительстве и сносе зданий, утилизация деревянной тары или упаковки. Данные отходы можно использовать дважды, как правило их перерабатывают в щепу, пеллеты, брикеты, а также в древесную муку.

Самое популярное использование сырья для производства биотоплива являются отходы от первичной и вторичной деревообработки.

Но стоит учесть, что характер использования биотоплива может быть разный (древесина для сжигания или дрова, генераторный газ или биогаз, жидкое биотопливо, при выделении метанола и этанола из древесины, очищенное топливо, которым является древесный уголь, брикеты и пеллеты).

Главными преимуществами настоящего биотоплива являются: экологичность, первый критерий на который стоит обратить все своё внимание, на сколько сильно он засоряет окружающую среду выхлопными газами и продуктами внутреннего сгорания; цена- стоимость, а значит и возможность его использования, биотопливо стоит в разы ниже, чем стоимость бензина; безопасное использование продуктов для техники - возможность не оставлять следы гари и сажи на двигателе, работа без засорения.

Если обратить внимание на мировой рынок, то мы увидим 3 лидеров по использованию жидкого моторного биотоплива, которыми являются: Бразилия, США и Европейский Союз. У каждого бесспорно свои цели при использовании биотоплива, например, Бразилия использует этанол из сахарного тростника, главной целью является независимость от нефтяной продукции. В Германии уже сейчас производится такое количество биотоплива, которое способно покрыть 20% нынешнего рынка по потреблению топлива транспортом. Если смотреть на 10 лет вперёд, то этот потенциал достигнет 35%. Себестоимость данной продукции составит 0,80 евро за литр топлива.

В России заготавливается в основном только лучшая часть дерева. Поэтому образуется древесные отходы (не менее 24,7 млн₃/год): неликвидная, низкосортная древесина, кроны (ветви, верхушки, листва), кора, пни и корни не используются. При этом доля стволовой древесины, как правило, не превышает 65 % от общей биомассы дерева. Сучья, ветви и верхушки составляют 9,8 %, листва (листья, хвоя) — 5,2, пни и корни — 12,3 кора — 7,7 %. Однако не все перечисленные категории низкотоварной древесины могут быть использованы для производства биотоплива.

Так, производство биотоплива может элементом системы интенсивного лесного хозяйства. При существующих технологиях деревообработки отходы лесопиления доходят до 35–55 %, отходы производства фанеры — до 60, ЦБК — до 20, деревообработки, мебельной промышленности и др. — до 50 % объемов производства. Часть отходов используется в целлюлозно-бумажной промышленности как технологическая щепка, часть — в производстве древесностружечных и древесноволокнистых плит. Тем не менее значительная часть древесных отходов не применяется. Если полноценно использовать потенциал производства энергии из биотоплива, можно решить ряд социальных, экологических и экономических проблем, связанных как с интенсификацией лесного хозяйства, так и с производством тепла и электроэнергии.

Большинство российских предприятий использует для производства пеллет древесные отходы от лесозаготовок и деревообработки, т. е. биотопливо — в основном побочный продукт. С одной стороны, отслеживание источников сырья в этом случае может быть затруднительно по сравнению с тем, когда для производства пеллет используют продукцию первичной лесозаготовки. С другой стороны, для выполнения принципов 2 и 3 может быть необходимо только подтверждение происхождения сырья для основной продукции. Так, сертифицированные арендные территории могут служить первичной гарантией надежности сырья, используемого для биотоплива: оно не добывается в ЛВПЦ и в экосистемах — резервуарах углерода (как правило, тоже ЛВПЦ). Однако вскоре вступит в силу новый европейский стандарт, регулирующий добычу сырья для биотоплива на территориях, обладающих природоохранной ценностью, высоким уровнем биоразнообразия (включая нарушенные), и на торфяниках.

На данный момент производственный потенциал России по выпуску твердого- биотоплива — один из самых высоких в мире (несколько миллионов тонн в год). Уже сейчас наша страна наряду с Канадой стала одним из крупнейших экспортеров древесных пеллет: годовой объем их выпуска составляет 700 тыс. — 1 млн т. По прогнозам, в ближайшие 25 лет спрос на древесные гранулы увеличится в Европе до 200 млн т в год. Поскольку основными потребителями российского биотоплива остаются европейские страны, отечественным компаниям для сохранения своей доли на рынке придется обеспечить соответствие не только ужесточающимся стандартам качества продукции, но и тем новым экологическим требованиям, которые скоро должен ввести Европейский Союз.

Био-рефайнинг как способ получения жидкого моторного биотоплива сегодня необходима внедрить в Россию так как полная утилизация древесных отходов лесной промышленности для генерации электрической, тепловой энергии и производства моторных топлив поможет сэкономить российской экономике до 150 млрд рублей в год. Сжигание древесных отходов, включая порубочные остатки, может дать столько же энергии, сколько 3 млн тонн дизельного топлива, или почти 10% всего дизтоплива, потребляемого в стране.

Библиографический список

1. Аким Э.Л. Био-рефайнинг древесины и проблемы развития биоэнергетики//сборник по исследованиям древесины и биоэнергетики. Режим доступа URL: <http://www.reenfor.org/upload/files/0e33b57f09d96b794ae3803d17defd36.pdf> (дата обращения 05.03.2020)
2. Крамских А. Почему «зеленая» энергетика не приживается в самой лесной державе//статья по древесной топливным пеллетам. Режим доступа URL: <http://granuly.ru/news/pochemu-zelenaya-ehnergetika-ne-prizhivaetsya-v-samojj-lesnoj-derzhave.html> (дата обращения 06.03.2020)
3. Инновации, старты, изобретения//статья новые технологии и стартапы в сфере деревообработки. Режим доступа URL: <https://viafuture.ru/katalog-idej/innovatsii-v-derevoobrabotke> (дата обращения 05.03.2020)
4. Все о бумаге// статья всё, что вы хотели знать о бумаге, но негде было спросить. Режим доступа URL: <https://www.vseobumage.ru/37/2-napravleniya-bio-refininga/> (дата обращения 03.03.2020)
5. Виды биотоплива. Режим доступа URL: <http://www.reenfor.org/upload/files/0e33b57f09d96b794ae3803d17defd36.pdf> (дата обращения 04.03.2020)
6. Лес и климат//принципы устойчивого производства древесного биотоплива. Режим доступа URL: <https://wwf.ru/upload/iblock/aad/04-9.pdf> (дата обращения 09.03.2020).

УДК 621.039

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ЗЕРКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ В АЛАПАЖНОМ ДИЗАЙНЕ МЕБЕЛИ И ИНТЕРЬЕРА

Т.Л. Бурчакова⁽¹⁾, студент,
Л.В. Пономаренко⁽¹⁾, к.т.н., доцент,
Е.В. Кантиева⁽¹⁾, к.т.н., доцент

⁽¹⁾ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»

Г. Воронеж

⁽¹⁾Е-mail: ekantieva@mail.ru

В статье представлен обзор новых и современных материалах с зеркальной поверхностью, устанавливается их область применения в связи с положительными и отрицательными свойствами. Данные могут использоваться в дизайне современной мебели и интерьера.

Ключевые слова: мебель, интерьер, дизайн, зеркальные поверхности

NEW MATERIALS WITH A MIRRORED SURFACE IN ALAPANA FURNITURE DESIGN AND INTERIOR

T. L. Burchakova(1), student,
L. V. Ponomarenko(1), Ph. D., associate Professor,
E. V. Kantieva(1), Ph. D., associate Professor

(1)Voronezh state forestry University named after G. F. Morozov» Voronezh
(1) E-mail: ekantieva@mail.ru

The article presents an overview of new and modern materials with a mirror surface, and establishes their scope of application in connection with positive and negative properties. The data can be used in the design of modern furniture and interior.

Keywords: furniture, interior, design, mirror surfaces

Президент и правительство России сегодня уделяют огромное влияние повышению уровня жизни граждан. Большое внимание уделяется молодым семьям, у которых двое, трое детей. Таким семьям государство снижает проценты по ипотеке, назначает различные пособия. В связи с этим увеличивается количество молодых семей, которые приобрели квартиры и естественно стремятся оборудовать ее практичной мебелью в современном стиле и дизайне.

Поэтому цель исследования заключается в изучении новых материалов для дизайна мебели и интерьера в условиях современного рынка.

Для достижения цели провели литературный обзор материалов, представленных на рынке в 2019 году для дизайна мебели и интерьера. Последним алапажным трендом в дизайне мебели и интерьера считается использование материалов с зеркальной поверхностью. Данные материалы придают особую атмосферу помещению, изысканность в линиях мебели (рисунок 1).

Желание получить мебель или интерьер с зеркальной поверхностью появилось в начале **XX века**, с появлением стиля **ар-деко**. Данный стиль мебели появился в Венеции. Только знаменитые венецианские мастера знали секрет производства идеальных зеркал. Использование зеркал в изделиях и интерьерах получило огромную популярность. Зеркальная мебель является оптимальным вариантом для тех, кто хочет оригинальности, шика и изящества. **Эти предметы интерьера смотрятся великолепно и привлекают внимание.**



Рисунок 1 – Мебель и интерьер с зеркальными поверхностями

На рисунке 2 представлены панель с зеркалом Хадсона и настенный декор – серебряные плитки.

Зеркальная мебель имеет множество преимуществ. Предметы смотрятся стильно и оригинально в любой комнате то ли это гостиная, то ли спальня, кухня. При правильном использовании зеркальных поверхностей можно зрительно увеличить пространство помещения. В таких помещениях кажется немного светлее, так как зеркала отражают свет. Часто в спальне и прихожей зеркала это не только элемент дизайна, они функциональны - выполняют свои непосредственные обязанности.

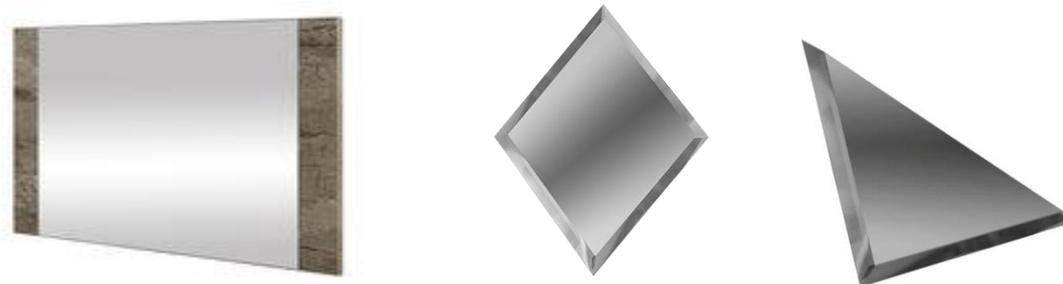


Рисунок 2 – Панель с зеркалом Хадсона и настенный декор – серебряные плитки

Следует заметить, что зеркала требуют постоянного ухода, они тяжелые и могут разбиться. К тому же стоимость зеркальных изделий очень высока.

Поэтому сегодня на современном рынке появились новые виды материалов с зеркальной поверхностью – зеркальные пластики. Зеркальные пластики являются прекрасной заменой «старому» зеркалу. Они легкие, прочные и к тому же имеют шикарный внешний вид.

Зеркальные полимеры на основе акрила, полистирола и поливинилхлорида широко используются в дизайне жилых и офисных помещений, выставочных залов, витрин и потолков, баров и клубов. Каждый полимер имеет свои области применения, которые обусловлены техническими данными материала.

Результаты обзора.

Одним из самых распространённых материалов для производства полимерных зеркальных покрытий служит акрил. Акрил - самый прозрачный полимерный материал. Нанесение зеркального покрытия на пластик производится таким же способом, как и классическое. Амальгама наносится на одну из сторон, противоположная сторона является рабочей и защищена всей толщиной оргстекла. Кроме того, рабочая сторона дополнительно покрывается защитной плёнкой, а обратная – красочным покрытием. Полученный зеркальный акрил обладает высокой зеркальностью 98%, в 5 раз прочнее обычного стекла и в 2,5 раза его легче. Обладает высокой ударопрочностью, тепло- и влагостойкостью. Существенным преимуществом зеркального акрилового пластика является то, что он мало подвержен ультрафиолетовому излучению.

Среди отрицательных характеристик акрила отмечают его мягкость и подверженность появлению царапин. Температурные колебания вызывают разную степень сжатия каждого слоя зеркала из акрилового пластика, поэтому его практически не используют для наружных работ.

Зеркальный акрил, очень лёгкий и прочный, не боится влаги, удобный в обработке широко используется в декорировании интерьеров. Особенно спасают стеновые зеркальные пластиковые панели в тех местах, где применение обычного зеркала связано с повышенной опасностью.

Существует разновидность акрилового материала на клеящей основе – самоклеящийся.

Отличительной особенностью акрила от стекла является процесс обработки. С акриловыми изделиями удобно работать. Зеркала можно резать, шлифовать и сверлить не переживая что оно побьется или треснет. Поэтому из акриловой пластины можно вырезать фигурки и придавать зеркалам замысловатые формы. Это свойство активно используют дизайнеры при проектировании «сказочных» интерьеров (рисунок 3).

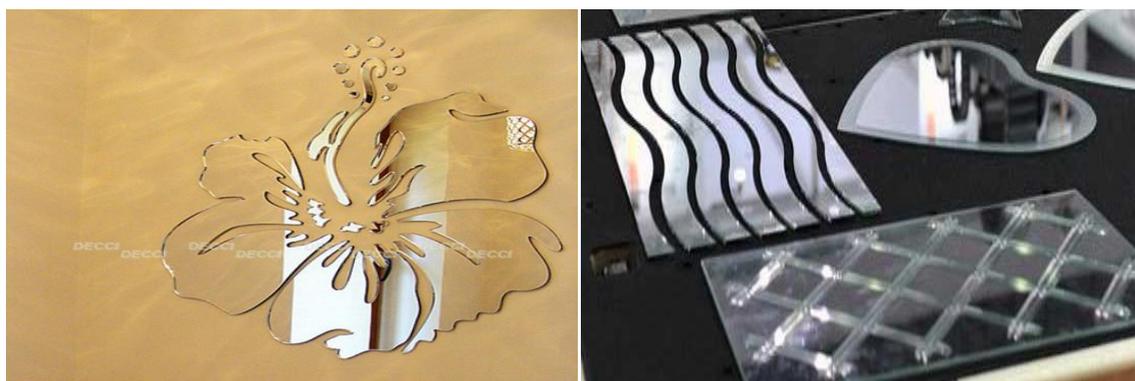


Рисунок 3 – Зеркальный акрил

Именно данные зеркала завоевывают популярность на рынке и вытесняют стеклянные изделия, к которым мы привыкли. Материал используют для остекления дверей, создания потолков с зеркальной поверхностью, декорируют им стены офисов и жилых домов. Для

декорирования изогнутых поверхностей дизайнеры предпочитают применять только акрил, так как работать с ним проще.

Другим интересным зеркальным пластиком является *полистирол*. Зеркальный полистирол – это высококачественный листовой многослойный полимер, с отражающей зеркальной поверхностью серебряного или золотого цвета. Эффект зеркальности достигается тем, что между пленкой и ударопрочной основой располагается тонкий слой светоотражающей металлической фольги. Зеркальный полистирол широко применяется при производстве рекламных материалов, в любом случае, где оправдана замена обычного силикатного зеркала в целях безопасности на ударопрочную конструкцию.

Зеркальные листы полистирола отличаются высокой степенью гибкости и прочности. Верхним пределом температуры, при которой полистирол сохраняет свои технические характеристики, является отметка +70 градусов. Материал хорошо противостоит ударным воздействиям, царапинам и порезам. Не разрушается от контакта с химически агрессивными средами.

Зеркальный полистирол нашел широкое применение для изготовления декораций, элементов внутреннего оформления помещений, сооружений рекламного и информационного характера (рисунок 4). Благодаря небольшой толщине и хорошей гибкости полистирол используют для отделки поверхностей, имеющей кривизну.

Закрывает этот зеркальный ряд *поливинилхлорид*. Зеркальный поливинилхлорид в рулоне современный и очень востребованный материал в строительстве и декоративном оформлении помещений. Он состоит из поливинилхлоридной основы, отражающего слоя, который выполняет функцию рабочей поверхности, и защитной пленки. Обладает рядом преимуществ: низкой гигроскопичностью, устойчивостью к гигроскопическим средам, прочностью, принимает форму поверхности, на которую клеится и что очень важно – безопасен для здоровья человека, то есть экологичен.



Рисунок 4 – Зеркальный полистирол

Выпускается зеркальный ПВХ пластик в виде панелей для потолка, самоклеящихся панелей ПВХ в виде рулонного материала, зеркальные пленки ПВХ для натяжных потолков (рисунок 5).

Выводы и заключение.

Мир стремительно меняется. Внедряются новые достижения в науке и технике. Естественно, дизайн мебели и интерьера тоже не стоит на месте. Использование современных зеркальных пластиков открывает новые возможности в дизайне.



Рисунок 5 – Зеркальный ПВХ

Применение этих материалов вызывает активную дискуссию среди дизайнеров. Одни считают зеркальные пластики будущим дизайна, так как это недорогой и практичный материал, отвечающий современным требованиям. Другие отдают предпочтение традиционным материалам. Выбор предстоит сделать нам с Вами. Что же мы захотим увидеть в своем доме?

Библиографический список

1.Зеркальный пластик и его разновидности // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://landshaftnik.com/sooruzheniya/zerkalnyiy-plastik-i-ego-raznovidnosti-otzyivyi>.

2.Зеркальный пластик – современная альтернатива традиционным зеркалам // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://promresursy.com/materialy/polimery/plastik-zerkalnij.html>.

3. Отличительные особенности акрилового зеркала от стеклянного// [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://plasportal.com/otlichitelnye-osobennosti-akrilovogo-zerkala-ot-steklyannogo>.

4. Зеркальный акрил в дизайне сада: правила крепления и ошибки размещения// [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://diz-cafe.com/dekor/zerkalnyj-akril.html>.

5.Ударопрочный зеркальный полистирол// [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.reklama-reklama.ru/catalog_advertising_materials/udaroprochnyy-listvoy-polistirol/zerkalnyy-udaroprochnyy-polistirol-metzooplast.

6.Виды и свойства зеркального пластика – поливинилхлорида // [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<https://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/plastik-zerkalnyj.html>).

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ АРАБИНОГАЛАКТАНА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

К.В. Валеев, аспирант,
Г.Р. Арсланова, аспирант,
Л.И. Гизатуллина, магистрант,
Р.Г. Сафин, д.т.н. профессор

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», г. Казань
E-mail: kirval116@mail.ru

В статье представлены результаты исследований процесса экстракции арабиногалактана из древесины лиственницы - кинетическая зависимость процесса экстракции арабиногалактана и кривая равновесной зависимости концентрации экстракта и концентрации древесины.

Ключевые слова: лиственница, арабиногалактан, экстракция.

EXTRACTION OF ARABINOGALACTAN FROM LARCH WOOD

K.V. Valeev, graduate student,
G.R. Arslanova, graduate student,
L.I. Gizatullina, undergraduate,
R.G. Safin, Doctor of Technical Sciences Professor

FSBEI of HE "Kazan National Research Technological University", Kazan
E-mail: kirval116@mail.ru

The article presents the results of studies of the extraction process of arabinogalactan from larch wood - the kinetic dependence of the extraction process of arabinogalactan and the equilibrium curve of the concentration of the extract and the concentration of wood.

Key words: larch, arabinogalactan, extraction.

Древесина лиственницы обладает характерной особенностью наличия в ней арабиногалактана (АГ). АГ представляет собой твёрдое аморфное вещество, светло-коричневого цвета, без запаха, имеет сладковатый вкус. Преимуществом АГ является иммуностимулирующий агент в сочетании с различными биологически активными веществами, также приводит к некоторым благоприятным воздействиям на популяцию фекальных микроорганизмов у людей и собак [1,2,3].

Были проведены исследования процесса экстракции и анализ полученных данных. Для проведения экстракции использовали аппарат сокслета. Свежесрубленную лиственницу измельчали до размера 1,5 мм и загрузили в

насадку для экстрагирования. Порция сырья составила 40 г. Экстрагирование АГ из лиственницы проводилось в течение 6 часов. Каждый час производился отбор проб экстракта по 25 мл и по 1 г. древесины.

Отобранные пробы растворов выпаривали в вакуумно-сушильной камере до полного испарения жидкости. После выпаривания, сухой остаток взвешивали и производили расчет концентрации АГ в растворе по формуле (1).

$$C_{AG_{\text{в-р-е}}} = \frac{m_{\text{бав.}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Пробы древесины погружали в воду и выдерживали в течение 24 часов при температуре 95 °С, до полного извлечения АГ из древесины. Аналогичным способом проводили исследования с раствором АГ из отобранной древесины, расчет остатка арабиногалактана в древесине производили по формуле (2).

$$C_{AG_{\text{в-др.}}} = \frac{m_{\text{бав.}}}{m_{\text{др.}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

На рисунке 1 представлена кинетическая зависимость концентрации АГ в экстракте и древесине.

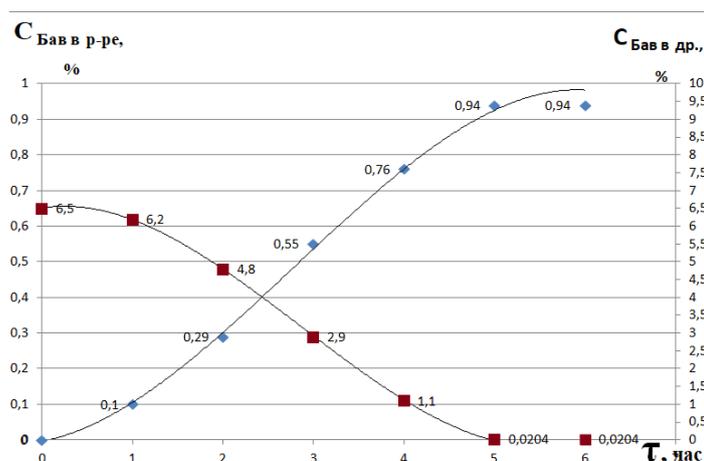


Рис 1. Кинетическая зависимость АГ в экстракте и древесине.

Анализ данных показывает, что можно выделить три периода:

- в первом периоде (от 0 до 2 ч.) скорость экстрагирования лиственницы быстро увеличивается, достигая постоянной скорости экстракции;
- второй период (от 2 до 4 ч.) характеризуется постоянной скоростью экстрагирования;
- в третьем периоде (от 4 до 6 ч.) скорость экстрагирования постепенно уменьшается. Снижение скорости экстрагирования происходит за счет уменьшения содержания АГ в древесине, то есть уменьшения движущей силы процесса.

На рисунке 2 представлен график равновесной зависимости АГ в экстракте от концентрации АГ в древесине, которая описывается соотношением:

$$C_{p-pa}^* = k \cdot C_{др.},$$

где k_p – коэффициент равновесного распределения АГ в сырье и экстракте.

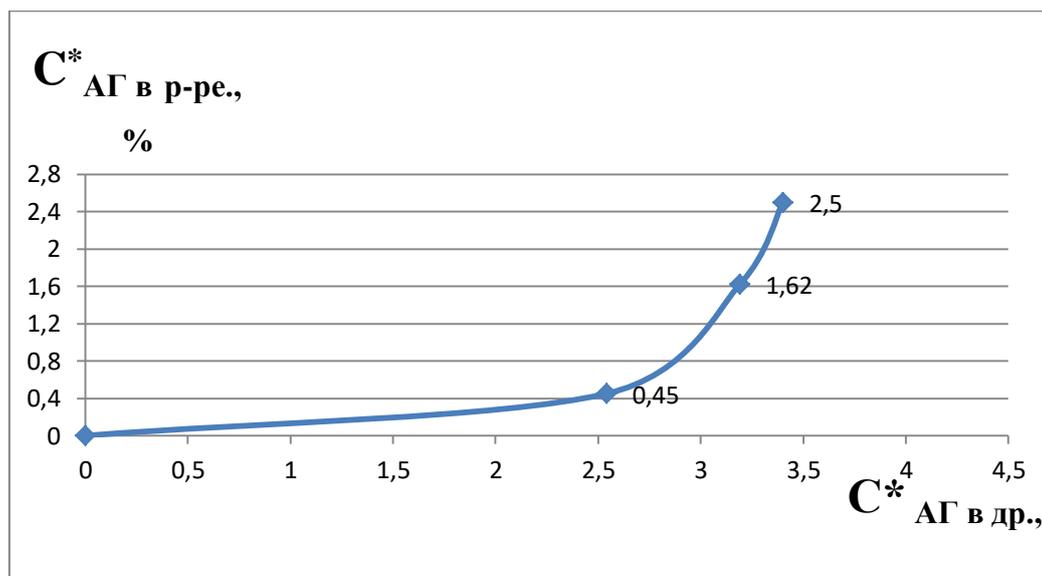


Рис. 2 Кривая равновесной зависимости АГ в экстракте от концентрации АГ в древесине

Анализ кривой показывает, что зависимость близка к параболической, которую можно выразить следующим соотношением:

$$C_{p-pa}^* = a \cdot C_{др.}^n$$

где a и n - коэффициенты, зависящие от свойств сырья, экстрагента и давления среды.

Вывод

В данной работе были получены кинетические зависимости АГ в экстракте и древесине, так же была получена равновесная зависимость АГ в экстракте от концентрации АГ в древесине. Эти зависимости могут быть использованы при описании процесса экстракции.

Библиографический список

1. Сафина А.В., Сафин Р. Г., Хайрутдинова А.Р., Валеев К.В, Асаева Л.Ш. Актуальное состояние отрасли комплексной переработки лиственницы //

Деревообрабатывающая промышленность. - Казань: 2018. – № 1. - С. 83-91.

2. Саттарова З.Г., Валеев К.В., Хайрутдинова А.Р., Сайфутдинов Д.М. Комплексная переработка отходов древесины лиственницы // Деревообрабатывающая промышленность. - 2017. №3. - С.36-40.

3. Бабкин В.А., Остроухова Л.А., Малков Ю.А., Иванова С.З., Онучина Н.А., Бабкин Д.В Биологически активные экстрактивные вещества из древесины лиственницы // Химия в интересах устойчивого развития 2001. Т. 9. № 3, с.3, с. 363-367.

УДК 62-662.3

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Ю.Н. Власов⁽¹⁾, к.т.н., докторант
О.А. Куницкая⁽²⁾, д.т.н., профессор

⁽¹⁾ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация

⁽²⁾ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия», Якутск, ш.Сергеляхское 3 км, дом 3, 677007, Российская Федерация

⁽¹⁾E-mail: pobeda-872@yandex.ru

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по оптимизации параметров сырья и режимов работы оборудования по производству топливных брикетов из древесины и отходов деревообработки.

Ключевые слова: топливные брикеты, прессование, измельчение, комплексное использование древесины.

OPTIMAL PARAMETERS OF RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF FUEL BRIQUETTES FROM WOOD

Yu. N. Vlasov, candidate of technical Sciences, doctoral candidate
O. A. Kunitskaya, doctor of technical Sciences, Professor

Voronezh state forest engineering University named after G. F. Morozov. 8, Timiryazeva str., Voronezh, 394087, Russian Federation

Yakutsk state agricultural Academy. Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, sh.Sergelyakhskoe 3 km, house 3, 677007, Russian Federation

E-mail: pobeda-872@yandex.ru

The article presents the results of theoretical and experimental studies on optimizing the parameters of raw materials and operating modes of equipment for the production of fuel briquettes from wood and wood waste.

Keywords: fuel briquettes, pressing, grinding, complex use of wood.

Организация эффективной утилизации и переработки отходов основного производства лесозаготовительного и деревообрабатывающего производств представляет собой комплексную научно-практическую проблему. Одним из основных направлений ее решения является развитие производства экологически чистого биотоплива из древесных отходов и низкотоварной древесины. Одним из перспективных видов продукции такого производства являются топливные брикеты [1]. Однако для обеспечения эффективной работы участков по брикетированию древесных отходов необходимо подобрать оптимальные параметры сырья.

Поэтому цель исследования можно сформулировать в виде обоснования оптимальных параметров сырья для участков по производству топливных брикетов.

Для достижения цели необходимо решить задачи, связанные с оптимизацией размерной фракции, влажности, а также объемов сырья, поступающих в переработку.

Материалы и методы исследования. Принцип технологий брикетирования измельченной древесины, как, в принципе, и пеллетирования, один и тот же – за счет высокого сжатия древесной фитомассы разрушаются клетки, освобождается внутриклеточный лигнин, с помощью которого происходит так называемое «спекание» массы и формируется брикет. Основным отличием пеллетирования является разница в размерах получаемой готовой продукции [2]. Через узкую фильеру также проталкивается материал, также происходит разрушение клеток и высвобождение лигнина.

Принципиально, на выходе получают тот же продукт, что и при брикетировании, даже по свойствам во многом схожий. Основная качественная разница заключается в калорийности, примерно на 10%, в пользу пеллет, по сравнению с брикетами. Данная разница обусловлена большей плотностью продукции, получаемой при пеллетировании. На более качественном оборудовании, обеспечивающем большее рабочее давление, и при более качественном исходном сырье – получают более качественную продукцию. Это касается как брикетирования, так и пеллетирования [3].

Принято считать, что на топливные пеллеты выше спрос, и на них выше цена. Хотя маржинальность продукции – пеллет и брикетов, примерно одинакова. Необходимо учитывать, что для того, чтобы получить качественные пеллеты, которые будут соответствовать всем требованиям стандартов EN+, ENplus-A1, и др., необходимо использовать только качественное сырье и качественное, дорогостоящее оборудование. Поэтому доходный бизнес в пеллетном производстве, имеющий маржинальность на 10-20% больше, чем при производстве брикетов, начинается от объема выпуска 3 т/ч, и начальных капиталовложениях от 3 млн. €. Тогда можно получить корабельные партии

продукции, выстроить эффективную логистику, получать стабильные, большие контракты. Меньшие объемы производства пеллет не смогут дать стабильную прибыль. И она не превысит доходность от брикетного производства. Можно, конечно, производить промышленные пеллеты, у которых требования к качеству исходного древесного сырья много меньше, допускается и наличие коры. Но остальная себестоимость их производства (затраты на эксплуатацию пеллетной линии) не меньше, чем у высококачественных, а продажная стоимость меньше.

У пеллетного пресса требования к влажности сырья составляют 6-8%, а фракция должна укладываться в диапазон 1-3 мм. У брикетного пресса, соответственно, по влажности – 0-12% влажности, а размер фракции – от шлифовальной пыли (микрон) - до 10 мм [4]. Поэтому, с точки зрения инвестиций в подготовку древесного сырья, себестоимость топливных брикетов намного ниже, чем пеллет.

Однако, для обеспечения стабильной высокой технологической эффективности работы брикетного участка необходимо сузить оптимальные границы требований к входящему на участок сырью, а также рекомендации по оптимальным показателям работы основного оборудования – измельчителя и пресса. На основании математического моделирования, лабораторных и производственных экспериментов, установлено следующее:

Энергоемкость измельчения коры является многопараметрической функцией крупности и физико-механических свойств измельчаемого материала, угла заточки ножевого рабочего органа.

Рекомендуемая оптимальная влажность коры ели при измельчении ножевым рабочим органом составляет $30,4 \pm 1,95$ %, коры сосны – $30,3 \pm 1,57$ %, коры березы – $31,3 \pm 1,57$ %, коры осины – $30,3 \pm 1,70$ %. Оптимальная влажность измельчаемой древесины ели составляет $38,6 \pm 1,33$ %, древесины сосны – $39,2 \pm 1,15$ %, березы – $38,2 \pm 1,27$ %, осины – $38,6 \pm 1,34$ %. Соблюдение рекомендации по оптимальной влажности сырья позволяет минимизировать энергетическую стоимость измельчения древесины и коры.

Для измельчения древесины с плотностью 550 кг/м^3 и коры с плотностью 350 кг/м^3 за счет удара рабочего органа измельчение коры и древесины с линейным размером фракции 50 мм происходит при частоте вращения рабочего органа на уровне 500 об./мин, молоткового рабочего органа – на уровне 1000 об./мин. Для измельчения коры и древесины в более мелкие, менее 5 мм, фракции достаточная частота вращения ножевого рабочего органа составляет 1000-2000 об./мин в зависимости от угла заточки, молоткового – 3000-3500 об./мин.

Увеличение частоты вращения ротора и степени заполнения мельницы сырьем увеличивают процентный выход мелких фракций продукта дробления по времени.

При постоянном давлении прессования, заданном как параметр технологического процесса, показало, что плотность брикета из опилок изменяется по времени по нелинейному закону и имеет предел. При постоянном давлении прессования 50 МПа и времени прессования 60 с

расчетное значение плотности брикетов составит $0,8 \text{ г/см}^3$, при давлении 100 МПа плотность приблизится к $1,1 \text{ г/см}^3$, а при давлении прессования 150 МПа достигнет $1,2 \text{ г/см}^3$.

При прессовании коры при давлении 50 МПа плотность брикета приблизится к $0,95 \text{ г/см}^3$, при давлении 100 МПа составит $1,15 \text{ МПа}$, а при увеличении давления прессования до 150 МПа достигнет $1,25 \text{ МПа}$.

При увеличении времени прессования плотность брикета стремится к предельному значению, не превышающему $1,2 \text{ г/см}^3$.

При постоянной скорости рабочего органа пресса, при начальной плотности материала брикета $0,2 \text{ г/см}^3$, назначать время рабочего хода менее 60 с (скорость рабочего органа $0,01125 \text{ м/с}$ и выше) не рационально – в этом случае при давлении прессования 150 МПа плотность брикета составит менее $1,1 \text{ г/см}^3$.

При брикетировании измельченной древесины оптимальная влажность сырья составляет 6,5 % при средней крупности 5,8 мм, оптимальное время прессования составляет 48 с при давлении прессования 150 МПа, параметр механической прочности брикетов составит 96,49%. Оптимальные параметры для измельченной коры, при которых достигается максимальный показатель прочности 94,17%: влажность сырья 7,7 %, средняя крупность 4,8 мм, время прессования 50 с при давлении прессования 150 МПа. Оптимальное значение параметра времени определено для брикетов типа «RUF» с геометрическими параметрами, соответствующими стандарту.

Выводы и заключение. Вышеуказанные рекомендации по объему переработки сырья, его оптимальным параметрам, а также оптимальным показателям работы измельчителя и брикетного пресса позволят обеспечить высокую технологическую эффективность и высокое качество продукции участка по производству топливных брикетов.

Библиографический список

1. Тамби А.А., Морковина С.С., Григорьев И.В., Григорьев В.И. Развитие циркулярной экономики в России: рынок биотоплива / А.А. Тамби, С.С. Морковина, И.В. Григорьев, В.И. Григорьев // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9. № 4 (36). С. 173-185.

2. Куницкая, О.А., Давтян, А.Б. Выбор грануляторов для производства пеллет // Повышение эффективности лесного комплекса / Сборник трудов по итогам Пятой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2019. - С. 59-61.

3. Чибирев О.В., Куницкая О.А., Григорьев М.Ф. Расчет потребного давления прессования опилок при формировании брикета / О.В. Чибирев, О.А. Куницкая, М.Ф. Григорьев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 2. С. 22-25.

4. Бастриков Д.В., Куницкая О.А., Григорьев М.Ф. Исследование процесса измельчения отходов окорки установкой с ножевым рабочим органом

УДК 630*245.11

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

С.А. Войнаш⁽¹⁾, инженер,
Д.А. Кононович⁽²⁾, ассистент,
С.Е. Арико⁽²⁾, канд. техн. наук, доцент
В.А. Соколова⁽³⁾, канд. техн. наук, доцент

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
г.Новосибирск

⁽²⁾ Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск

⁽³⁾ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет»,
г. Санкт-Петербург

⁽¹⁾ E-mail: sergey_voi@mail.ru

⁽³⁾ E-mail: sokolova_vika@inbox.ru

С целью оценки эффективности эксплуатации машин для транспортировки лесосечных отходов в заданных природно-производственных условиях разработана соответствующая методика. В качестве основного оценочного критерия принята сменная производительность, как основной из факторов позволяющих проводить предварительные оценки продолжительности (трудоемкости) транспортировки лесосечных отходов для последующей их утилизации в заданных условиях эксплуатации, а также осуществлять сравнение машин для выполнения данных транспортных операций имеющих различные конструктивные особенности и осуществлять рациональный их выбор. Разработанная методика позволяет определять сменную производительность машин в зависимости от следующих параметров: породного состава, ликвидного запаса древесины, вида, интенсивности и технологии проведения лесозаготовительных работ (система машин, расстояние между трелевочными волоками и среднее расстояние трелевки), технологию очистки лесосек от отходов лесозаготовок (формирование куч или валов, возможность сбора с нескольких пасек), конструктивные особенности (наличие механизмов для уплотнения отходов, аутригеров, шарниров обеспечивающих блокировку тягового звена относительно технологического и др.) и технические характеристики лесозаготовительных машин (объем грузового отсека, скорость выполнения отдельных операций технологического цикла), которые могут быть

использованы для реализации поставленной задачи. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили достаточно высокую точность получаемых результатов. При этом было установлено, что на сменную производительность машин для транспортировки лесосечных отходов наибольшее влияние оказывают технико-организационные факторы (степень уплотнения лесосечных отходов, среднее расстояние трелевки, объем грузовой платформы, ширина очищаемой от лесосечных отходов полосы). В связи с вышесказанным представленная методика может быть использована для нормирования работ связанных с транспортировкой лесосечных отходов, а также для оценки технических характеристик лесных машин, имеющих значительные особенности конструктивного исполнения, на стадии проектирования и их влияния на конечную эксплуатационную эффективность.

Ключевые слова: машина, лесосечные отходы, транспортировка, эффективность, параметры, технологическое оборудование.

THEORETICAL BASES OF EVALUATING THE EFFICIENCY OF USING MACHINES FOR THE TRANSPORTATION OF LOGGING WASTES

S.A. Voinash⁽¹⁾, engineer,
D.A. Kononovich⁽²⁾, assistant,
S.E. Arico⁽²⁾, Ph.D., Assoc.
V.A. Sokolova⁽³⁾, Ph.D., Assoc.

⁽¹⁾ FSBEI HE "Novosibirsk State Agrarian University", Novosibirsk

⁽²⁾ Educational institution "Belarusian State Technological University", Minsk

⁽³⁾ FSBEI HE "St. Petersburg State Forestry University",
St. Petersburg

⁽¹⁾ E-mail: sergey_voi@mail.ru

⁽³⁾ E-mail: sokolova_vika@inbox.ru

In order to assess the operational efficiency of machines for transporting logs and wastes in specified natural-production conditions, an appropriate technique has been developed. Shift productivity was adopted as the main evaluation criterion, as the main factor allowing preliminary estimates of the duration (laboriousness) of transportation of logging waste for subsequent disposal under specified operating conditions, as well as comparison of machines to perform these transport operations having various design features and make rational choices. The developed methodology allows determining the interchangeable productivity of machines depending on the following parameters: species composition, liquid stock of wood, type, intensity and technology of carrying out logging operations (machine system, distance between skidders and average skidding distance), clearing technology from logging waste (the formation of heaps or shafts, the ability to collect from several

apiaries), design features (the presence of mechanisms for compaction of waste, outriggers, joints on providing locking of the traction link regarding technological, etc.) and technical characteristics of forestry machines (cargo compartment volume, speed of individual operations of the technological cycle), which can be used to implement the task. The conducted experimental studies have confirmed a rather high accuracy of the results. At the same time, it was found that technical and organizational factors (degree of compaction of logging waste, average skidding distance, volume of the loading platform, width of the strip cleared of logging waste) have the greatest influence on the shift productivity of machines for transporting logging waste. In connection with the foregoing, the presented method can be used to ration work related to the transportation of logging waste, as well as to evaluate the technical characteristics of forest machines with significant design features at the design stage and their impact on final operational efficiency.

Key words: machine, logging wastes, transportation, efficiency, parameters, technological equipment.

Введение. В настоящее время перед предприятиями лесной отрасли стоит задача повышения эффективности использования древесных ресурсов на основе комплексного их использования. При этом первоочередное внимание уделяется использованию лесосечных отходов после завершения заготовки древесины [1]. Традиционно существенный объем работ связанных со сбором и транспортировкой лесосечных отходов выполнялся на основе использования ручного труда. Однако на данном этапе развития культуры производства на смену ручному труду приходят лесные машины различного назначения. Так при проведении лесозаготовительных работ на основе применения системы машин «харвестер – форвардер» лесосечные отходы могут укладываться в кучи или валы вдоль трелевочного волока [2]. При использовании на валке бензиномоторного инструмента существует необходимость сбора порубочных остатков в валы или кучи на основе применения ручного труда или специализированных машин (если заготовка осуществляется без сохранения подроста). В соответствии с требованиями валы отходов лесозаготовок следует располагать параллельными рядами на расстоянии 15-25 м друг от друга в зависимости от захламленности лесосеки, а крайние валы не должны быть ближе 15 м от границ лесосеки. При этом валы следует размещать в основном на волоках и по границам пазов, а их концы не должны располагаться ближе 8-10 м от стены леса. При этом последующая транспортировка лесосечных отходов может осуществляться как широко распространенными прицепными погрузочно-транспортными машинами и форвардерами, так и узкоспециализированными транспортировщиками лесосечных отходов, имеющими существенные конструктивные особенности [3-6]. Эффективность их применения в значительной степени зависят как от примененных технических решений, так и от ряда природно-производственных факторов.

Основным оценочным критерием эффективности эксплуатации лесных машин является сменная производительность, которую необходимо оценивать

в плотных метрах кубических. Это позволит применить полученные расчетные значения для установления энергетического потенциала транспортируемых лесосечных отходов.

Методика. В общем случае на сменную производительность машин для транспортировки лесосечных отходов оказывают влияние следующие факторы:

– производственные: продолжительность смены (T); время на выполнение подготовительно-заключительных операций ($t_{н-з}$); использования рабочего времени и технической готовности машин на основе соответствующих $\varphi_{рв}$ и $\varphi_{тг}$.

– технические и конструктивные: объем грузовой платформы (V); конструктивные особенности грузовой платформы, учитывающие возможность использования геометрической вместимости платформы и обеспечения уплотнения лесосечных отходов через коэффициенты φ_1 и φ_2 ; конструктивные особенности базового шасси и установленного технологического оборудования, оказывающие влияние на затраты времени ($T_{под}$) при подготовке машины к погрузке (разгрузке), учитывая время на подъем и опускание аутригеров (при их наличии), открытие бортов (при установке подвижных, гидроуправляемых бортов), уплотнение лесосечных отходов (зависит от метода уплотнения), переезды машины при погрузке лесосечных отходов с одной технологической стоянки на другую.

Среди других факторов, также оказывающих непосредственное влияние на производительность машины для транспортировки лесосечных отходов является коэффициент полнодревесности φ_3 разбросанных лесосечных отходов, зависимость которого от различных факторов изучалась Федоренчиком А.С., Леоновым Е.А. и др. [7].

При этом в общем случае технологический цикл работы машины для транспортировки лесосечных отходов будет также включать: затраты времени на рабочие и холостые ходы, которые зависят от среднего расстояния трелевки, почвогрунтовых условий, скоростей рабочего и холостого хода; время работы гидроманипулятора при погрузке и разгрузке грузовой платформы. При этом на продолжительность работы гидроманипулятора существенное влияние будет оказывать количество циклов его работы на каждой технологической стоянке n_1 и количество необходимых для наполнения грузовой платформы переездов n . Количество рабочих циклов гидроманипулятора n_1 на одной технологической стоянке определяется исходя из объема лесосечных отходов располагающихся на одной технологической стоянке V_1 и в грейфере V_2 по формуле 1:

$$n_1 = \frac{V_1}{V_2}. \quad (1)$$

При этом объем лесосечных отходов в грейфере V_2 зависит от площади поперечного сечения (зева) захвата S , средняя длина отходов $l_{омх}$ и коэффициента полнодревесности φ_3 и определяется как:

$$V_2 = S \cdot \varphi_3 \cdot l_{омх}. \quad (2)$$

Учитывая проведение лесосечных работ в различных природно-производственных условиях количество необходимых для наполнения грузовой платформы переездов n можно определить по формуле 3:

$$n = \frac{V_p}{V_1} = \frac{V \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3}{V_1} \quad (3)$$

Данное выражение учитывает среднюю нагрузку на рейс машины V_p , зависящую от объема грузовой платформы V , степени уплотнения лесосечных отходов полнодревесности φ_2 и их полнодревесности φ_3 , а также объем лесосечных отходов, располагающихся на одной технологической стоянке V_1 .

На объем образования лесосечных отходов на лесосеке и отдельной технологической стоянке влияют множество факторов: система машин, объем заготовки, время года, породный состав древостоя, вид рубки и др. Норматив образования ресурсов лесосечных отходов для различных пород представлены в исследованиях Григорьева И.В. и Валяженкова В.Д. [8]. Учитывая данный факт Матвейко А.П. было предложено осуществлять корректировку запаса отходов путем введения коэффициента φ_4 , учитывающего долю образующихся отходов в зависимости от породного состава насаждений [9]. Учитывая вышеизложенное, а также тот факт, что на объем лесосечных отходов V_1 существенное влияние оказывает таксационное описание лесосеки и технология проведения рубок леса (в том числе интенсивности i) данный параметр предложено определять по следующей зависимости:

$$V_1 = L_{mc} \cdot n_{nac} \cdot B \cdot q \cdot i \cdot \varphi_4 \cdot 10^{-4} \quad (4)$$

В данном выражении расстояние между технологическими стоянками L_{mc} зависит от способа укладки сучьев и параметров гидроманипулятора. Так при погрузке из вала данная величина соответствует максимальному вылету гидроманипулятора, а при погрузке из куч – среднему расстоянию между кучами. Остальные составляющие учитывают количество пасек с которых осуществляется сбор сучьев n_{nac} , их ширину B , а также ликвидный запас древесины q , интенсивность рубки i и долю образующихся лесосечных отходов φ_4 .

В конечном итоге сменную производительность машин для транспортировки лесосечных отходов можно определить по формуле 5:

$$P_{cm} = \frac{(T - t_{n-3}) \cdot \varphi_{p6} \cdot \varphi_{m2} \cdot V \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3}{(n+1) \cdot [T_{nod} + n_1 \cdot (1 + \frac{1}{\varphi_2}) \cdot T_{cm}] + t_{xx} + t_{px}} \quad (5)$$

Оценка результатов полученных по разработанной методике и установленных на основании проведенных экспериментальных исследований

[10, 11] в ГЛХУ «Пружанский лесхоз» показала, что относительная погрешность не превышает 8,5%. При этом было установлено, что среди рассмотренных природно-производственных факторов и особенностей конструкций применяемых машин для транспортировки лесосечных отходов на их эффективность (производительность) наибольшее влияние оказывают: степень уплотнения лесосечных отходов, среднее расстояние трелевки, объем грузовой платформы, ширина очищаемой от лесосечных отходов полосы (при сборе с нескольких пазек). При этом ликвидный запас древесины, породный состав и другие факторы оказывают существенно меньшее влияние.

Заключение. Разработанная методика позволяет производить оценку эффективности применения машин для транспортировки лесосечных отходов различных конструкций (форвардеры, прицепные погрузочно-транспортные машины, специализированные машины и съемное технологическое оборудование) и нормирование работ связанных с транспортировкой лесосечных отходов, определять потенциальный объема лесосечных отходов образующихся в месте их складирования в течение смены, а также производить предварительную оценку внедрения принятых технических решений на основе их влияния на сменную производительность. При этом дальнейшее развитие машин для транспортировки лесосечных отходов должно вестись по направлению увеличения степени уплотнения лесосечных отходов с учетом возможности организации быстрой смены технологического оборудования.

Библиографический список

1. Никитин К.А., Войнаш С.А., Лучинович А.А. Актуальность переработки отходов лесной промышленности для защиты экологической системы // Машиностроение: Новые концепции и технологии: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2019. – С. 281-283.

2. Кононович Д.А. Разработка ресурсосберегающих технологий очистки лесосек на основе применения комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов // Состояние и перспективы развития лесного комплекса в странах СНГ Материалы Международной научно-технической конференции в рамках Международного молодежного форума по лесопромышленному образованию (Лес-Наука-Инновации-2018). – 2018. – С. 41-44.

3. Перспективный комплекс машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов / Мохов С. П. [и др.] // Лесозаготовительное производство: проблемы и решения: материалы Междунар. науч.-техн. конф; г. Минск, 26–28 апр. 2017 г. – С. 178-181.

4. Войнаш А.С., Войнаш С.А. Гусеничный форвардер с системой пакетной выгрузки лесоматериалов // Строительные и дорожные машины. – 2012. – № 9. – С.13-16.

5. Войнаш С.А., Войнаш А.С. Система унифицированных машин на базе гусеничного форвардера ЛЗ-5 // Строительные и дорожные машины. – 2013. – № 12. – С.6-9.

6. Войнаш С.А., Войнаш А.С. Исследование тяговой динамики гусеничного трактора-самосвала // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 12. – С.32-36.

7. Ледницкий А. В., Леонов Е. А., Федоренчик А. С. Определение коэффициентов полндревесности отходов лесозаготовок // Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность, Минск, 2008, Вып. XVI. – С. 57-60.

8. Григорьев И.В., Валяжонков В.Д. Современные машины и технологические процессы лесосечных работ. СПб.: СПбГЛТА, 2009. – 287 с.

9. Матвейко А.П. Малоотходные и безотходные технологии в лесном хозяйстве и лесной промышленности: Монография. – Минск: БГТУ, 1999. – 84 с.

10. Д. А. Кононович, С. П. Мохов, С. Е. Арико. Исследовательские испытания комплекса машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов // Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии», 26-27 апр. 2018, Могилев: Беларус.-Рос. ун-т. – С. 209-210.

11. Кононович Д. А. Результаты экспериментальных исследований машины для транспортировки лесосечных отходов // Труды БГТУ. 2019. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. – № 1. – С. 118-125.

УДК 661.183.2

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ПЕЛЛЕТ

М.А. Газизов, магистрант
Д.Ф. Сулейманова, магистрант
Д.Р. Гумеров, магистрант
Л.И. Гизатуллина, магистрант
Д.А. Ахметова, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Ул. Карла Маркса, 68, Казань, 420015, Российская Федерация
E-mail: pdm_d@list.ru

В статье представлены результаты исследований технологии производства пеллет. Данная технология может использоваться при решении проблем утилизации древесных отходов.

Ключевые слова: пиллеты, гранулы, отходы, древесина.

TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF ACTIVATED CARBON FROM WOOD PELLETS

M. A. Gazizov, Master's Level Degree
D. F. Suleymanova, Master's Level Degree
D. R. Gumerov, Master's Level Degree
L.I. Gizatullina, Master's level Degree
D.A. Akhmetova, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Kazan National Research Technological University, 68, Karl Marks Street,
Kazan, 420015, Russia Federation
E-mail: pdm_d@list.ru

The article presents the results of research on pellet production technology. This technology can be used to solve problems of wood waste disposal.

Keywords: pellets, pellets, waste, wood.

В настоящее время использование отходов лесозаготовок и первичной переработки древесины является недостаточным. Самой перспективной технологией является производство из них топливных гранул (пеллет).

Пеллеты – это биотопливо, получаемое из отходов растительного происхождения. Они имеют вид цилиндрических гранул стандартного размера (похожи на обломки карандаша), которые спрессованы из мелких стружек и опилок лиственных и хвойных пород дерева. Опилки прессуются без связующих элементов, под высоким давлением. Длина древесных гранул в среднем 8-50 мм, диаметр - 4-10 мм.

Сырьём для производства гранул могут быть некачественная (балансовая) древесина, торф и древесные отходы: кора, опилки, щепа, и другие отходы лесозаготовки. Так же отходы сельского хозяйства: солома, лузга подсолнечника, отходы крупяного производства, отходы кукурузы, куриный помёт.

Пеллеты или их еще называют биогранулы, производят без связующего и химических добавок. Само производство начинается с сушки древесных опилок и гранулировании их с помощью пресс-гранулятора. При этом происходит склеивание опилок за счёт пластификации лигнина. Одна тонна древесных гранул при сжигании выделяет тепло в 1,5 раза больше чем уголь и в 2 раза больше чем сухие дрова.

Топливные гранулы обладают огромным преимуществом, если сравнить с природным газом, это - автономность. По сравнению с углем и дровами - возможностью автоматической работы котла.

Использование данной технологии решает ряд проблем связанных с повышением теплотворности топливного материала и уменьшением необходимых складских площадей. При хранении топливные гранулы не самовоспламеняются.

Применение топливных гранул показывает увеличение на 15 %, ежегодно, использования древесных и сельскохозяйственных отходов в производстве тепловой энергии в Европе, Скандинавских странах и Северной Америке. Пеллеты являются альтернативой каменному углю и нефти, так как

по своим теплотворным характеристикам не уступают углю, а их экологические параметры в целом вне конкуренции.

Пеллеты получают несколькими способами: прямым пеллетированием, пеллетированием обкатыванием, пеллетированием в псевдоожиженном слое, пеллетированием наслаиванием.

Другим направлением использования пеллет является производство из них активированного угля.

Для моделирования механизма химических превращений, протекающих при пиролизе древесных отходов, были проведены экспериментальные исследования по определению зависимостей состава пиролизного газа, выхода угля и содержания в нем углерода от температуры процесса пиролиза, на экспериментальной установке, представленной на рис.1



Рис. 1. Внешний вид экспериментальной установки для получения активированного угля

Установка состоит из: муфельной печи 1, узла пиролиза 2, клапана для отбора жижки 3, сепаратора 4, термопары 5, регулятора температуры 6, газоанализатора 7, клапана для подачи воды 8, сборника газа 9, сборника жижки 10, хроматографа 11, парогенератор 12.

Первой стадией термической обработки при получении активированного угля является пиролиз исходного сырья с получением древесного угля.



Рис.2 (а)

Рис.2(б)

Рис. 2 Внешний вид исходного сырья (а) и конечного продукта (б).

На второй стадии, пиролизированные пеллеты подвергались активации, путем обработки перегретым до 900 °С водяным паром. На рис.2 представлены исходные пеллеты и активированный уголь полученный из них.

Анализ свойств, полученного активированного угля, показал полное соответствие показателям промышленных адсорбентов полученных экструзионным способом.

Библиографический список

1. Валеев И.А. Ресурсосберегающая технология переработки древесных отходов / И.А. Валеев, Р.Р. Сафин, Р.Г. Сафин, А.Н. Грачев // Лес –2004: науч. тр. V Международ. науч.–техн. конф. – Брянск, 2004. – С. 121–123.Сб.

2 . Галушко П.Н. О кинетике взаимодействия углерода с углекислым газом и водяным паром / П.Н. Галушко, Б.В. Канторович // Газификация и горение топлива. Труды ИГИ.- М.: Изд-во АН СССР, 1959.- С. 39-45.

3 . Гелетуха Г.Г. Обзор технологий газификации биомассы / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1998. – № 2. – С. 21–29.

4 . Гелетуха Г.Г. Обзор технологий получения жидкого топлива из биомассы. Часть I / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 2. – С. 3–10.

5 . Гянченко А.Я. Тепловой баланс процесса подземной газификации угля : учеб. пособие / Г.А. Гянченко. – М.: Моск. горн. ин-т. – МГИ, 1988. –42 с.

6 . Разумов Е.Ю. Исследование изменения цветовой гаммы термодревесины в зависимости от режимов тепловой обработки / Е.Ю. Разумов, Р.Р. Сафин, Ф.Г. Валиев, Д.А. Ахметова, Р.Р. Хасаншин // Сборник трудов XXII Международной научной конференции «ММТТ-22». – Псков, 2009 – Том 9 – №. 10 – С. 24-25.

7 . Хасаншин Р.Р. Математическое моделирование прочностных композиционных материалов, созданных на основе модифицированного целлюлозосодержащего растительного сырья / Р.Р. Хасаншин, Ф.Г. Валиев, Р.Р. Зиятдинов // Доклады Международной научно-технической конференции молодых ученых «Наука. Технология. Производство-2013». – Салават, 2013 – С. 85-87.

8 . Хасаншин Р.Р. Исследование явлений тепломассопереноса внутри древесины в процессе термомодифицирования / Р.Р. Хасаншин, П.А. Кайнов, А.Р. Зиятдинова, Р.Р. Сафин // Труды XXV Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-25. – Волгоград, 2012 – № 11 – С. 49-50.

. Сафин Р.Р. Исследование изменений химического состава термомодифицированной древесины / Р.Р.Сафин, Е.Ю.Разумов, Д.А. Ахметова, Хасаншин //Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития лесного комплекса». – Вологда, 2008 – С. 123-125.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗВЛЕКАЕМЫХ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ И ВЕТЕРИНАРИИ

Л.И. Гизатуллина, магистрант
М.А. Газизов, магистрант
Д.Ф. Сулейманова, магистрант
Г.Р. Арсланова, аспирант

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет» Россия, г.Казань
E-mail: irekovna.lilya@yandex.ru

В статье представлено широкое использование деревянных пород, таких как кора березы, лиственница, ива и осина и извлечение из них биологически активных веществ, для дальнейшего использования.

Ключевые слова: корм, добавка, эффективность, повышение

THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES EXTRACTED FROM WOOD SPECIES IN THE PRODUCTION OF ANIMAL FEED AND VETERINARY MEDICINE

L.I. Gizatullina, undergraduate
M.A. Gazizov, undergraduate
D.F. Suleymanova, Suleymanova
G.R. Arslanova, graduate student

Kazan National Research Technological University Russia, Kazan
E-mail: irekovna.lilya@yandex.ru

The article presents the wide use of wood species such as birch bark, larch, willow and aspen extraction of biologically active substances from them for further use.

Keywords: feed, additive, efficiency, increase

Развитие лесопромышленного производства тесно связано с совершенствованием технологических процессов переработки древесного сырья в цехах лесозаготовительных предприятий. В настоящее время в лесном комплексе функционируют преимущественно лесозаготовительные предприятия с малыми объемами производства.

Привлечение ресурсов леса в кормопроизводство вызвано потребностью в кормах, богатых протеином и легкоперевариваемыми углеводами (сахарами). Но основное их назначение – восполнение дефицита кормов в экстремальные по климатическим условиям годы, особенно засушливые. Кроме того,

переработка многочисленных отходов лесозаготовки и лесобработки для получения корма позволит предупредить загрязнение ими окружающей среды. [1]

Благодаря современным технологиям из лесного сырья можно получить широкий ассортимент кормовых продуктов: грубые и сочные корма (веточные хлопья, кормовая мука, лесной силос и т.д.), объемистые корма повышенной питательности (лесной комбикорм, сахаренный корм и др.)

На крупных деревообрабатывающих предприятиях в результате окорки березовой древесины ежегодно скапливается до 300 тыс. м³ коры. Вопрос использования такого громадного количества березовой коры превращается в актуальную и серьезную проблему. Ее сжигают или вывозят в отвалы, в то время как береста - сильнейший природный антисептик и биостимулятор. [2]

Береста содержит до 50% экстрактивных веществ, что представляет немалый потенциальный интерес для химической переработки с целью получения новых продуктов и биологически активных веществ. Таким образом, использование отходов переработки древесины позволяет повысить рентабельность и получить большой эффект для народного хозяйства.

При организации кормления животных учитывают потребность животных (разного вида, пола, возраста, хозяйственного назначения, продуктивности и физиологического состояния) в энергетическом уровне питания, переваримом протеине, незаменимых аминокислотах, углеводах, клетчатке, минеральных веществах, в том числе микроэлементах, витаминах.

Важнейшей задачей сельского хозяйства является дальнейшее увеличение производства молока, мяса и другой сельскохозяйственной продукции, чтобы полнее удовлетворять потребности населения в продуктах питания, а промышленность в сырье. Основой повышения продуктивности животных являются уровень и качество кормления, так же режим и условия содержания.

Именно поэтому в корма животных добавляют комбикорма и премиксы. Добавление БАВ в рацион животных увеличивает мясо – молочное направление дают КРС в виде кормовой зелени; для укрепления иммунитета и получения здорового молодняка используют премиксы; так же добавляют в животные корма для получения высокоценных белковых продуктов. [3]

Семейство Salicaceae (ива и осина) являются одной из основных лесобразующих пород России.

Ивы встречаются во многих географических зонах - от тундровой до пустынной и на многих континентах, за исключением Антарктиды и Австралии. Ивы играют существенную роль в сложении устойчивых растительных сообществ в тундре и лесотундре, в субальпийских и альпийских поясах гор. В лесной зоне ивы большей частью являются породами временными, быстро заселяющими свежие речные наносы, места вырубок или пожаров в лесах. В степной зоне ивы произрастают, в основном, в низинах, поймах рек и в песчаных массивах, а в пустынной - только в поймах.

Кора осины зеле-новато-оливковая, гладкая, на старых деревьях темно-серая, в трещинах. Листья округлые, на длинных черешках, зубчатые, черешки в верхней части сплюснутые, и потому листья дрожат при малейшем дуновении ветерка.

В настоящий момент известно, что основными действующими веществами изученных видов данного семейства являются фенологликозиды, флавоноиды, дубильные вещества, а также в их состав входят фенолокислоты, аскорбиновая кислота, аминокислоты, сапонины, эфирные масла и полисахариды, которые могут вносить вклад в общий фармакологический эффект. Известно, что количественное содержание БАВ в коре и листьях может меняться в различные фазы вегетации и зависит от условий произрастания. [4]

Одними из основных представителей БАВ семейства Salicaceae являются фенологликозиды, агликоном которых является салициловый спирт.

Так же лиственница, произрастающая на территории Российской Федерации, является богатым источником полезных веществ, которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Хвоя лиственницы содержит эфирное масло (0,18-0,20%), в состав которого входят α -пинен, борнеол и борнилацетат, аскорбиновая кислота (0,2%) и клеящие вещества. В коре и в самой древесине лиственницы содержится большое количество биологически активных веществ, к которым относятся: гликозид кониферин, камедь, катехины, флавоноиды (дигрокверцетин, арабиногалактан, таксифолина), антоцианы, органические кислоты, смолы. Помимо этого, в лиственнице содержится значительное количество дубильных веществ. Одним из самых перспективных биологически активных веществ, входящий в состав лиственницы и привлекающий внимание фармацевтических и косметических производителей, является флавоноид дигидрокверцетин (ДКВ). ДКВ считается важнейшим Р-витаминном, является потенциальным химиопрофилактическим средством, благоприятно влияющим на организм, способствует восстановлению тонуса кровеносных сосудов, нормализации липидного спектра крови. Также, немаловажным флавоноидом является арабиногалактан (АГ), обладающий широким спектром иммуно-биологической активности: гастропротекторной, иммуномодулирующей, мембранотропной, что позволяет широко применять данный компонент в производстве лекарств. [5]

Библиографический список

1. Сафин Р.Г. Комплексная переработка древесной зелени / Р. Г. Сафин, Г. Р. Арсланова, А.М. Габидуллин, А.Р. Хайрутдинова, Д.М. Сайфутдинов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XVI Международной научно-технической конференции, Вологда. - 2019. – 232-233 с.
2. Мелехов И. С. Лесоведение. — 2-е изд. — М.: МГУЛ, 2002. — 398 с.

3. Клейменов Н.И. Кормление молодняка крупного рогатого скота //М.: Агропромиздат. – 2000. – С.271.

4. Арсланова Г. Р. Извлечение биологически активных веществ из древесного сырья / Г. Р. Арсланова, А. М. Габидуллин, И. Р. Гильмутдинов // «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения» Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет. – 2019. – С. 348-351.

5. Сафина А.В. Анализ современного состояния технологий процесса экстракции биологически активных веществ из осины и ивы / А.В. Сафина, Г.Р. Арсланова, А.Л. Тимербаева, Д.Ф. Зиятдинова // Деревообрабатывающая промышленность. – 2019. - №4. - С. 51-62.

УДК 630.935.1

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

И.В. Григорьев⁽¹⁾, д.т.н., профессор
С.А. Войнаш⁽²⁾, инженер

⁽¹⁾ФГБОУ ВПО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия», Якутск, ш. Сергеляхское 3 км, дом 3, 677007, Российская Федерация

⁽²⁾ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
Ул. Добролюбова, 160, Новосибирск, 630039, Российская Федерация

⁽¹⁾E-mail: silver73@inbox.ru

В статье рассмотрены принципы подбора кандидатов на обучение профессии оператора харвестера / форвардера, необходимые качества для успешной работы, а также передовые практики подготовки операторов, и основные направления повышения их квалификации.

Ключевые слова: лесные машины, лесозаготовки, подготовка операторов.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF TRAINING FOREST MACHINE OPERATORS

I. V. Grigorev, doctor of technical Sciences, Professor
S.A. Vojnash, engineer

Yakutsk state agricultural Academy. Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, sh.
Sergelyakhskoe 3 km, house 3, 677007, Russian Federation

Novosibirsk state agrarian University, Dobrolyubova str., 160, Novosibirsk,
630039, Russian Federation

E-mail: silver73@inbox.ru

The article discusses the principles of selecting candidates for training as a harvester / forwarder operator, the necessary qualities for successful work, as well as best practices for training operators, and the main directions for improving their skills.

Key words: orest machines, logging, operator training.

Развивающаяся большими темпами в России механизация лесосечных работ остро ставит проблему нехватки квалифицированных операторов, которым не страшно доверить технику, стоимостью несколько десятков миллионов рублей. Одной из причин, сдерживающих продажи лесной техники, в том числе харвестеров и форвардеров, является недостаток таких операторов. И компании – производители лесозаготовительной техники, а также их дилеры стремятся решить эту проблему.

Поэтому цель исследования можно сформировать в виде анализа передовых практик, подготовки операторов современных лесных машин.

Для достижения цели необходимо ключевые моменты в подборе кандидатов и методах их подготовки.

Материалы и методы исследования. Операторов обучают приемам работы – валки, раскряжевки, сбора пакета, но не может быть нормальной работы, если не обеспечена стабильность эксплуатации машины. То есть, изначально оператор должен чувствовать машину [1]. И исходя из этого принципа, обучение должно включать теоретический курс, во время которого даются знания программного обеспечения машины, с получением навыков ввода в бортовой компьютер сортиментных таблиц, калибровки харвестерной головки, настройки работы техники под индивидуальные особенности оператора. Коэффициент использования машины должен составлять 85-95% от времени полезной работы. Это требует регулярного технического обслуживания машин, поэтому важно, чтобы оператор получил навык самостоятельного решения возникающих технических проблем, требуется развить у него навык диагностирования типичных поломок [2]. После этого необходимо обучение техническому обслуживанию машин, устройству и принципам работы гидросхемы и электросхемы. После теоретического курса, обучающимся следует пройти также курс практической подготовки, в лесу, желательно, со сложным рельефом, на болотистых местах. Это позволит оператором почувствовать машину, не бояться ее.

Когда руководство лесозаготовительного предприятия подбирает кандидатуры для обучения на операторов сортиментной техники, необходимо понимать, что эти кандидаты должны обладать навыками работы с компьютером и компьютерными программами, хотя бы на уровне пользователя. Также надо хорошо осознавать, что харвестер и форвардер – это единый комплекс машин [3], и для подготовки операторов к ним необходимо подбирать кандидатуры так, чтобы они могли совместно работать единой командой.

Поиск хороших кандидатов – важное условие для последующей эффективной эксплуатации машин. Желательно, чтобы у кандидата в операторы было лесоводственное или техническое образование, лучше высшее. Хорошо образованный оператор может улучшать как собственные показатели, так и показатели других, а позже он может стать хорошим мастером или менеджером в компании. И напротив, недостаточные базовые знания приводят к замедлению процесса обучения, которое может вылиться в долгосрочно низкую производительность. Поэтому важно искать хорошо образованных кандидатов, которые способны развиваться сами и развивать компанию. Выбор недостаточно образованных кандидатов не даст хороших результатов.

При выборе кандидатов в операторы можно использовать тесты на определение личности. Современные тесты очень эффективны, особенно они полезны для выявления черт характера, которые не подходят для такой работы. Это требует определенных расходов, но они не сравнимы с затратами на обучение неподходящего кандидата.

Изначально, когда группа людей от лесозаготовительного предприятия приходит в учебный центр обучаться на операторов нет определенности в том, на какой именно машине (харвестере или форвардере) они будут специализироваться, это в процессе обучения рекомендуют инструкторы учебного центра.

Если обучающийся совсем не знаком с компьютером и программами, но хорошо понимает в обслуживании машины, «знает, что такое работа с железом», ему оптимально обучаться работе на форвардере. Это связано с тем, что при работе на форвардере оператор минимально сталкивается с программным обеспечением лесозаготовительной техники.

С одной стороны, работа на форвардере проще, потому что сама машина и ее программное обеспечение проще. Но работа на форвардере – это, во многом, работа с почвогрунтом, а почвогрунтовые условия в российских лесах обычно сложные [4]. Оператору форвардера необходимо сразу просчитывать всю лесосеку.

Например, оператор харвестера знает площадь и расположение лесосеки, знает, где должны располагаться волока, и его задача правильно рассчитать начало работы. После обработки первого дерева операции однотипно повторяются. А оператору форвардера необходимо рассчитать место расположения магистрального трелевочного волока, его примыкание лесовозному усу, как он должен выходить на магистральный волок, как заезжать на погрузочный пункт, как разложить штабели, с учетом эксплуатационного запаса древесины на лесосеке [5]. И это получается очень сложная задача. Когда оператор форвардера все это понимает и просчитывает, трелевка идет, что называется, без сучка и задоринки.

Неправильно подготовленный оператор форвардера, который заезжает только с задачей взять сортименты и вытрелевать их, может попросту на лесосеке застрять. Словом, основная сложность работы оператора форвардера в том, что он должен думать глобально, не говоря об экономии времени его работы гидроманипулятором. Настроить манипулятор не самая сложная задача,

настроить так, чтобы оператору было с ним удобно работать по его особенностям моторики. А вот трелевка и раскладка сортиментов в штабель у лесовозной дороги – действительно задача. И на ней, при плохой подготовке можно потерять много времени, что сильно снизит производительность.

Успех обучения во многом зависит от мотивации обучающегося. Обучающемуся на оператора лесной машины, прежде всего, необходимо желание работать. Ведь основная физическая трудность – это в течение длинной смены, иногда 10-11 часов, отсидеть в машине. Это достаточно тяжело, несмотря на прекрасную эргономику, наличие кондиционера, и т.д.

Обычно из 10 обучаемых работать могут человек шесть, а реально будут работать 2-3.

Надо отметить, что на оператора может выучиться и человек в достаточно солидном возрасте. Раньше считалось, что после сорока учить на оператора нецелесообразно, т.к. уже не та реакция и скорость принятия решений. Но для эффективной работы на харвестере или форвардере, необходимы, прежде всего, желание работать и дисциплинированность, чего многим представителям старшего поколения не занимать. А снижение скорости реакции вполне можно компенсировать настройками работы машины, в частности гидроманипулятора. Кроме того, отметим, что многим лесозаготовительным предприятиям и не нужна максимально возможная производительность от машины, из-за малого объема годичной лесосеки.

Несмотря на тестирование и использование других принципов подбора персонала, не все операторы смогут хорошо работать в лесу. Единственным решением будет предложить им другую работу и заменить их более подходящими кандидатами.

Библиографический список

1. Куницкая. О.А., Григорьев. И.В. Оценка эффективности работы операторов лесных машин // Транспортные и транспортно-технологические системы / Сборник трудов по итогам Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТИУ, 2019. С. 184-188.

2. Григорьев, И.В., Григорьева, О.И. Практика подготовки операторов лесных машин в России // Инновации в химико-лесном комплексе: тенденции и перспективы развития / Сборник трудов по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Красноярск: СибГТУ, 2017. С. 182-185.

3. Григорьев, И.В., Рудов, С.Е. Особенности эксплуатации колесных лесных машин в сложных почвенно-грунтовых и рельефных условиях // Forest Engineering /Сборник трудов по итогам научно-практической конференции с международным участием. – Якутск: ЯГСХА, 2018. С. 67-71.

4. Григорьев, И.В., Григорьева, О.И. Лесозаготовительные машины на экскаваторной базе // Повышение эффективности лесного комплекса / Сборник трудов по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2018. С. 45-46.

5. Rudov, S.E. Theoretical approaches to logging trail network planning: increasing efficiency of forest machines and reducing their negative impact on soil and terrain / S.E. Rudov, A.M. Voronova, J.M. Chemshikova, E.V. Teterleva, I.N. Kruchinin, Yu.Zh. Dondokov, M.N. Khaldeeva, I.A. Burtseva, V.V. Danilov, I.V. Grigorev // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. 2019. Т. 16. № 4. С. 61-75.

УДК 621:630

ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ЛЕСОПОЖАРНЫХ МАШИН В РОССИИ

О.И. Григорьева⁽¹⁾, к.с.х.н., доцент
А.Б. Давтян⁽²⁾, аспирант
О.И. Гринько⁽²⁾, аспирант

⁽¹⁾ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», Институтский пер., 5. Санкт-Петербург, 194021, Российская Федерация

⁽²⁾ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», Ул. Макаренко, 40, Братск, Иркутская область, 665709, Российская Федерация

⁽¹⁾E-mail: grigoreva_o@list.ru

В статье рассмотрены перспективные пути возрождения лесного машиностроения в Российской Федерации, в виде организации проектирования, производства и реализации лесохозяйственных и лесопожарных машин, на основе разработок НПО «Силава».

Ключевые слова: лесное машиностроение, импортозамещение, лесохозяйственные машины, лесопожарные машины, модульные компоновки.

PROSPECTS FOR IMPORT SUBSTITUTION IN THE PRODUCTION OF FORESTRY AND FOREST FIRE ENGINES IN RUSSIA

O. I. Grigorieva, Ph. D., associate Professor
A. B. Davtyan, post-graduate student
O. I. Grinko, post-graduate student

Saint Petersburg state forest engineering University named after S. M. Kirov,
Institutsky lane, 5. Saint Petersburg, 194021, Russian Federation

Bratsk state University, 40 Makarenko street, Bratsk, Irkutsk region, 665709,
Russian Federation

E-mail: grigoreva_o@list.ru

The article considers promising ways of reviving forest engineering in the Russian Federation, in the form of organizing the design, production and

implementation of forestry and forest fire engines, based on the development of the NPO "Silava".

Keywords: forest engineering, import substitution, forestry machines, forest fire engines, modular layouts.

Катастрофическое положение дел в отечественном лесном машиностроении хорошо известно. Как сказал руководитель научной школы Якутской государственной сельскохозяйственной академии «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства», проф. И.В. Григорьев в своем выступлении в рамках Национального лесного форума 2019 г. «Сегодня заготовка древесины в России выполняется пилами и машинами импортного производства. Мощностей для производства этого оборудования в России практически нет. В «ноу-хау» конструирования и производства современной лесозаготовительной техники мы отстали катастрофически. Это же можно сказать и о деревообработке». Безусловно, не на много лучше дело обстоит и с разработкой и производством лесохозяйственных и лесопожарных машин.

Поэтому цель исследования можно сформировать в виде обоснования перспективных направлений в области проектирования, производства и реализации лесохозяйственных и лесопожарных машин.

Для достижения цели необходимо определить наличие перспективных, прошедших испытания разработок в исследуемой области, а также пути вывода данной техники на рынок.

Материалы и методы исследования. Мировое лесное машиностроение является динамически развивающейся отраслью экономики многих развитых стран мира. В области лесозаготовительного производства широко известны такие компании-производители лесных машин как Джон Дир, Понссе, Комацу, Роттне, и др. [1].

Последовавший за развалом СССР упадок отечественного лесного машиностроения отбросил Россию на десятилетия. Уже сформировалось поколение управленцев лесозаготовительных компаний, даже не рассматривающее возможность приобретения отечественных лесных машин. А без даже потенциального потребителя бессмысленно вкладывать средства в проектирование и производство новых машин.

Широко известно, что процесс проектирования лесных машин, начиная с формулировки технического задания, и заканчивая изготовлением опытных экземпляров, их выводом на производственные испытания, занимает большое количество времени и требует значительных объемов финансирования [2]. И это при том, что и кадрового обеспечения для реализации такого проекта в России практически нет. За без малого 30 лет развала ушли на пенсию, а то и из жизни специалисты, которые на практике разрабатывали лесные машины и оборудование. А большинство остающихся «на плаву» специализированных НИИ и КБ являются лишь вывесками, за которыми практически ничего нет – ни кадров, ни оборудования.

Но из этого тупика есть достаточно простой выход – в виде наследия последних лет существования СССР.

Специалисты отрасли со стажем хорошо помнят, что в Латвийской ССР успешно работало НПО «Силава», специализирующееся на разработке лесохозяйственных машин. Начиная от проекта, и заканчивая выпуском опытных образцов на государственные испытания. Достаточно отметить, что первая в мире серийная валочно-пакетирующая машина (ЛП-2), предназначенная для выборочных рубок леса, включая рубки ухода, была создана именно Силавой.

Однако не многим известно, что перед развалом СССР, в рамках выполнения государственного задания НПО «Силава» была разработана и испытана целая линейка лесохозяйственных машин различного назначения, на базе тракторов Липецкого тракторного завода.

В настоящее время большая часть НПО «Силава» сохранилась, трансформировавшись во в принципе аналогичную компанию «ORVI» - основана в 1992 г. на базе специализированного конструкторского бюро (СКБ) НПО «Силава» после его приватизации. Конструкторское бюро работало с 1961 года как самостоятельная организация при Министерстве лесного хозяйства и лесной промышленности Латвийской ССР. Основным направлением в работе конструкторского бюро являлось комплексное использование древесины на предприятиях лесного хозяйства и лесной промышленности.

Характерной чертой лесохозяйственного производства является небольшая продолжительность агротехнических сроков выполнения отдельных работ, но достаточно разнообразный их перечень (подготовка почвы, посадка, сбор семян, работы в питомниках, рубки ухода, борьба с пожарами и др.). Эта особенность вносит свои требования и к создаваемым машинам и орудиям для лесохозяйственного производства.

Разработан перечень машин и оборудования предусмотренных для агрегатирования: Плуг комбинированный лесной; Лесопосадочная машина; Культиватор лесной бороздной; Культиватор фрезерный лесной; Фрезерный полосопрокладыватель; Лесопосадочная машина для посадки брикетированного посадочного материала; Плуг дисковый для прокладки минеральных полос; Навесное трелевочное оборудование; и др.

Подчеркнем, что все это оборудование не только было разработано в виде полной конструкторской документации, но было создано в металле и прошло государственные испытания. При возрождении этого сегмента отечественного лесного машиностроения надо использовать эти разработки. Несмотря на то, что Липецкий тракторный завод уже не существует, колесная база может быть заменена тракторами Минского тракторного завода – в рамках содружества России и Беларуси [3]. Тем более, что площадка Онежского тракторного завода уже выкуплена белорусской компанией «Амкодор».

Целью проекта должно стать создание унифицированного, недорогого комплекса оборудования для лесохозяйственной и лесозаготовительной

деятельности с возможностью применения базового трактора, после монтажа/демонтажа, как в сельском, так и в лесном хозяйствах [4].

Расчётная стоимость создаваемой техники, в этом случае, предполагается значительно ниже (в 2 раза и более) стоимости альтернативных вариантов – разработки отечественных лесохозяйственных и лесопожарных машин «с ноля».

Что касается вывода новых отечественных машин на рынок - государство, как собственник лесного ресурса, должно выступать в роли заказчика на разработку и производство необходимых отрасли машин и оборудования. Минпромторг не понимает, что лесопромышленные предприятия не будут покупать не доработанные машины, по сути, опытные образцы, и заниматься их дальнейшей доработкой. Поэтому и покупают сейчас импортные машины и оборудование, которые сразу дают четкую и понятную отдачу. Поэтому если государственные предприятия начнут заказывать и работать на отечественных машинах, то дальше и бизнес сможет оценить их в работе. Надо также отметить, что, например, в Финляндии любая инновация проходит путь от университета к производству. В России эти связи разорваны. Университеты сами по себе, предприятия – сами по себе. В Рослесхозе и Минпромторге должна быть создана реальная программа научных исследований, с точки зрения их участия в национальном проекте «Наука». И, безусловно, к этой программе надо привлекать ведущие отраслевые вузы и научные школы.

Выводы и заключение. Для реализации программы импортозамещения в отечественном лесном машиностроении целесообразно использовать разработки НПО «Силава», успешно прошедшие государственные испытания, на которые разработана вся необходимая конструкторская документация.

Библиографический список

1. Хахина А.М., Григорьев И.В., Газизов А.М., Куницкая О.А. Статистический анализ параметров колесных трелевочных машин / А.М. Хахина, И.В. Григорьев, А.М. Газизов, О.А. Куницкая // Хвойные бореальной зоны. 2018. Т. 36. № 2. С. 189-197.

2. Воронов Р.В., Марков О.Б., Григорьев И.В., Давтян А.Б. Математическая модель модульного принципа подбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций / Р.В. Воронов, О.Б. Марков, И.В. Григорьев, А.Б. Давтян // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 5 (371). С. 125-134.

3. Григорьев И.В., Григорьева О.И., Чураков А.А. Эффективные технологии и системы машин для малообъёмных заготовок древесины / И.В. Григорьев, О.И. Григорьева, А.А. Чураков // Энергия: экономика, техника, экология. 2018. № 2. С. 61-66.

4. Григорьев, И.В., Куницкая, О.А. Перспективные направления опытно-конструкторских работ в лесном машиностроении // Повышение эффективности лесного комплекса / Сборник трудов по итогам третьей

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.
– Петрозаводск: ПетрГУ, 2017. С. 53-56.

УДК 661.183.2

ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В АДСОРБЕНТЫ.

Д.Р. Гумеров, магистрант
И.Р. Каримов, магистрант
М.А. Газизов, магистрант
Д.Ф. Сулейманова, магистрант
Р.Г. Сафин, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», Ул. Карла Маркса, 68, Казань, 420015,
Российская Федерация
E-mail: gdr96@yandex.ru

В статье показана актуальность и перспективность способа производства активированного угля, описан экспериментальный стенд, предназначенный для получения активированного угля из отходов растительного происхождения.

Ключевые слова: активированный уголь, активация, установка, древесные отходы.

WOOD WASTE PROCESSING IN ADSORBENTS.

D.R. Gumerov, Master's Level Degree
I.R. Karimov, Master's Level Degree
M.A. Gazizov, Master's Level Degree
D.F. Suleymanova, Master's Level Degree
R.G. Safin, Dr. of Engineering, Full Professor

Kazan National Research Technological University, 68, Karl Marks Street,
Kazan, 420015, Russia Federation
E-mail: gdr96@yandex.ru

The article shows the relevance and prospects of a method for producing activated carbon, describes an experimental stand designed to produce activated carbon from waste of plant origin.

Key words: activated carbon, activation, installation, wood waste.

Введение

В настоящее время активированный уголь широко применяется в качестве сорбента для поглощения вредных веществ и примесей, при очистке воздуха, газов в промышленности.

Активированный уголь - сорбент с высокоразвитой пористой структурой, состоящий из углерода и обладающий большой способностью сорбировать газообразные, парообразные и растворенные вещества. [1]

Между отдельными частицами углерода появляются щели и трещины (поры) шириной менее 2 нм. Эти промежуточные поры называют микропорами, а большие полости с диаметром более 50 нм – макропорами. Между микро- и макропорами существуют мезопоры, являющиеся основными транспортными артериями сорбируемого вещества.

Способ получения активированных углей.

Для получения активированного угля сырье сначала подвергают карбонизации – обжигу при высокой температуре в инертной атмосфере без доступа воздуха. Однако полученный карбонизат обладает плохими адсорбционными свойствами, поскольку размеры его пор невелики и внутренняя площадь поверхности мала. Поэтому карбонизат подвергают активации с целью получения специфической структуры пор и улучшения адсорбционных свойств. [10]

Активация углей осуществляется посредством обработки водяным паром, реже специальными химическими реагентами (соляной кислотой). Активация водяным паром проводится при температуре 800-1000 °С в строго контролируемых условиях. При этом на поверхности пор происходит химическая реакция между водяным паром и углем, в результате чего образуется развитая структура пор и увеличивается внутренняя поверхность угля. С помощью такого процесса можно получать угли, обладающие различными адсорбционными свойствами. [9]

На базе Казанского национального исследовательского технологического университета, на кафедре переработки древесных материалов, был создан экспериментальный стенд, предназначенный для получения активированного угля из отходов растительного происхождения. (рис.1)

Стенд состоит из: двух муфельных печей 1 и 3, узла пиролиза 2, парогенератора 4, клапана для подачи пара 5, клапана для подачи воды 15, баллона с азотом 6, термопары 7, узла активации 8 и 9, регулятора температуры 10, клапана для отбора жижки 11 и 12, сепаратора 13, газоанализатора 14, клапана для подачи воды 15, сборника газа 17, сборника жижки 18, хроматографа 19.

Рис.3. Кинетические зависимости массы, температуры, массы жижки в процессе пиролиза скорлупы грецких орехов, древесной щепы и древесных пеллет.

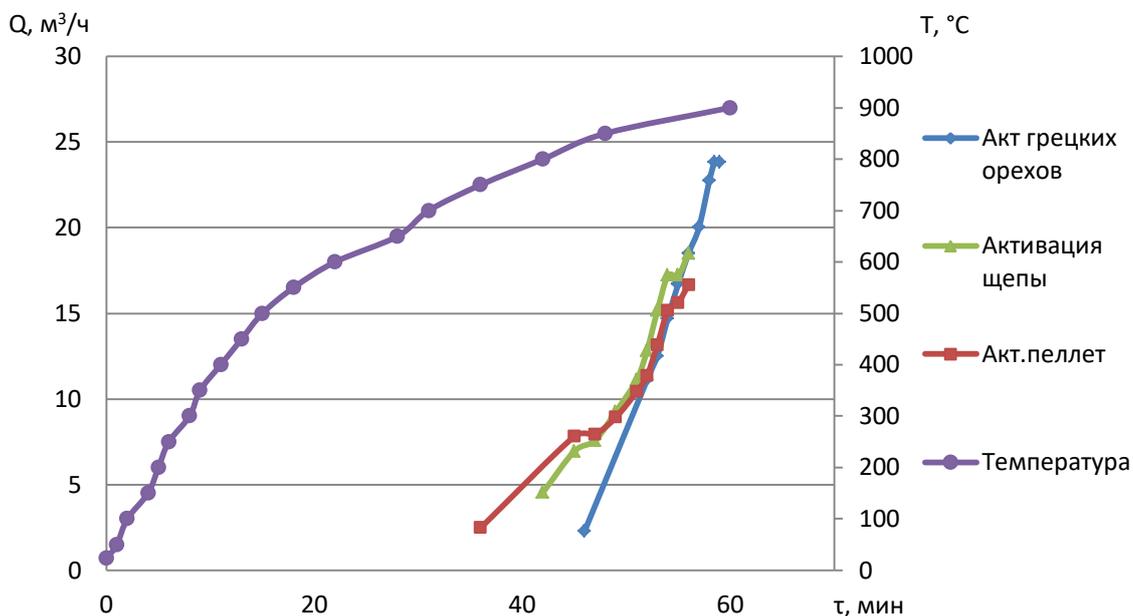


Рис. 4. Кинетические зависимости расхода газа, температуры, древесной щепы и древесных пеллет в процессе активации

Заключение

Полученные результаты эксперимента свидетельствуют о том, что при пиролизе необходимо придерживаться интервала температур 400-550°C, так как при росте температуры уменьшается выход угля. Процент твердого остатка после проведения пиролиза колеблется в диапазоне 25-30%, оставшейся частью является парогазовая смесь. При проведении активации, оптимальным интервалом температур является 900-1000°C. Процент твердого остатка 50-60%, а оставшаяся часть газы активации.

Библиографический список.

1. Колышкин Д.А., Михайлова К.К. Активные угли. – Л.: Химия, 1972. – 57 с.
2. Хабибуллина А.Р. Пирогенетическая переработка древесных отходов в активированный уголь: дис. канд. техн. наук – М., 2018.
3. Юрьев Ю.Л., Ничков Н.А // Гидролизная и лесохимическая пром-ть. 1991. №8. С. 10.
4. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М., 1984. 512 с.
5. Е.Ю. Беляев. Получение и применение древесных активированных углей в экологических целях // Химия растительного сырья // №2. – 2000. – С. 5-15.
6. Кинле Х., Базер Э. Активные угли и их промышленное применение. Л., 1984. 215 с.

7. Воскобойников И.В. Технология производства активированных углей из древесных отходов / И.В. Воскобойников, А.О. Шевченко, В.М. Щелоков // «Лесной вестник». – 2012. – №8 – С.56-58.

УДК 684.4

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО ШПОНА

Т.В. Ефимова⁽¹⁾, к.т.н., доцент,
С.Б. Дунаев⁽¹⁾, магистр

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Ул. Тимирязева, 8, Воронеж, 394087, Российская Федерация

⁽¹⁾ E-mail: tanechka-ef@rambler.ru

В статье представлена информация о возможностях применения натурального шпона, о современных новых материалах на его основе и технологиях обработки.

Ключевые слова: натуральный шпон, рациональное использование, новые материалы и технологии.

POSSIBILITIES OF USING NATURAL VENEER

T.V. Efimova, Ph.D., Assoc. Department Mechanical technology of wood,
Faculty of Forestry

S.B. Dunaev, a master of the TLK4-191-OM group

Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov»,
[8, Timiryazeva Str., Voronezh](#), 394087, Russian Federation

E-mail: tanechka-ef@rambler.ru

The article provides information about the possibilities of using natural veneer, about modern new materials based on it and processing technologies.

Keywords: natural veneer, rational use, new materials and technologies.

Сегодня, выходя на международный рынок, каждое промышленное предприятие стремится продемонстрировать экологическую безопасность своего производства и своей продукции. Каждый промышленный дизайнер ставит перед собой задачу разрабатывать лучшие, более прочные, более экологические и устойчивые продукты для нашей жизни и будущего. Все это требует особенного подхода к выбору материалов.

Цель данной работы – рассмотреть возможности применения натурального шпона в деревоперерабатывающей промышленности в современных рыночных условиях.

Несмотря на сильную конкуренцию со стороны текстурных пропитанных бумаг (полимерные пленки, декоративные бумажно-слоистые пластики и другие), дизайнеры и производители мебели, такие как IKEA (Швеция), Arclinea (Италия), Asko (Финляндия), Nobia (Швеция), Nobilia (Германия), Alno AG (Германия) и другие, все более отдают предпочтение натуральному шпону из древесины (строганому, лущеному, файн-лайн) [1].

Натуральный шпон обладает рядом неоспоримых плюсов: разнообразие текстур и расцветок; высокие эксплуатационные характеристики; долговечность; легкость в обработке; экологичность; малый вес. Есть у шпона и недостатки, которые важно учитывать: невысокая устойчивость к прямым солнечным лучам; у каждого листа свой неповторимый узор, что усложняет комбинирование шпона на обширных плоскостях; сложность в уходе.

Растущий спрос на натуральный шпон и изделия на его основе вызывает необходимость рационального использования древесины и проведение исследований с целью разработки новых материалов и перспективных технологий. На сегодняшний день имеется множество работ российских и зарубежных исследователей, посвященных данному вопросу.

В работе [2] предложены режимы облицовывания ДСтП тонким шпоном некоторых пород – дуба, бука и ясеня – толщиной всего 0,4 мм.

В работе [3] рассматривается вопрос использования термоупрочненного шпона, использование которого позволит сократить расход клея, сократить время при облицовывании плитных материалов или прессовании фанеры, снизить просачивание клея на лицевую поверхность, улучшить физико-механические и потребительские свойства получаемых изделий. По данным исследователей, после предварительного прессования шпон становится более пластичным, имеет значительно более низкую среднюю шероховатость поверхности, чем у непрессованных образцов.

На кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины КНИТУ была предложена технология предварительного термомодифицирования листов шпона. Процесс термомодифицирования заключается в воздействии на древесину температуры 180-230°C без доступа кислорода, в результате чего в древесине происходят необратимые изменения, влияющие на ее свойства: при данных температурах разрушается гемицеллюлоза, что приводит к снижению гигроскопичности древесины вследствие уменьшения гидроксильных групп и повышению биостойкости вследствие уменьшения в материале питательной среды для дереворазрушающих микроорганизмов [4]. Из термомодифицированного шпона предлагается производить реструктурированный шпон (шпон файн-лайн), а также фанеру с улучшенными свойствами [5].

Известные дизайнеры, дизайнерские и архитектурные студии, крупные промышленные производители очень любят шпон за широкие возможности для

реализации творческих идей, и ежегодно представляют миру свои новинки мебели и предметов интерьера на его основе.

Ирландский дизайнер Джозеф Уолш, студия которого в основном занимается созданием нетривиальной мебели, в 2015 году к открытию нового арт-центра в английском городе Рош-Корт в его центральном зале установил свою самую внушительную за все время работы инсталляцию, которую назвал Magnus Celestii (рис. 1). Огромная скульптура из светлого шпона начинается с формы стола, поднимается от пола к потолку, где закручивается в гигантскую спираль, и опоясывает стену в виде полки.

Оя Яник и Анастасия Кошечева - живущие в Берлине молодые предметные дизайнеры - на основе шпона создали инновационное покрытие Stitched Wood, гибкое, податливое и экологичное. Продукт представляет собой тонкий лист однослойной фанеры, простеганный контрастной машинной строчкой, который можно крепить к любым поверхностям или использовать самостоятельно. На рис. 2 представлен их первый совместный проект - Chester - табурет из фанеры, стилизованный под классический английский кожаный диван [6].

Российский дизайнер Алиса Минкина создала коллекцию мебели и светильников из бамбукового шпона под брендом Sagano bamboo furniture (рис. 3), и в 2016 году покорила посетители миланской выставки iSaloni своими работами [7].



Рисунок 1 – Инсталляция из шпона Magnus Celestii



Рисунок 2 – Табурет из фанеры Chester



Рисунок 3 – Коллекция Sagano bamboo furniture

В современном мире наблюдается повышенный интерес к древесине и изделиям на ее основе. Это объясняется новыми возможностями повышения устойчивости древесины к воздействию различных неблагоприятных факторов, получения на ее основе материалов с улучшенным комплексом свойств, а также способностью природных материалов быть бесконечным источником вдохновения для дизайнеров, инженеров, ученых.

Библиографический список

1. Efimova, T. Development of laminating methods of wood based panels with thin decorative veneer of valuable wood species / T. Efimova, T. Ishchenko, Ján Sedliačik // Acta Facultatis Xylologiae Zvolen. № 60(2), 2018. - Pp. 143-152.

2. Гальцева, И.М. Разработка режимов облицовывания ДСП тонким шпоном: специальность 05.21.05 «Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки»: дис. ...канд. техн. наук: защищена 25.11.2005 / И.М. Гальцева; Воронеж, 2005. - 136 с.

3. Bekhta, P. Properties of plywood manufactured from compressed veneer as building material / P. Bekhta, S. Hiziroglu, O. Shepelyuk // Materials and Design. №30(4), 2009. - Pp. 947-953.

4. Сафин, Р.Р. Создание клееных изделий из термомодифицированного шпона / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Р.Р. Зиатдинов, Д.Р. Хазиева // Деревообрабатывающая промышленность. №1, 2014. - С. 25-26.

5. Белякова, Е.А. Реструктурированный шпон из термомодифицированной древесины / Е.А. Белякова, Т.А. Бодылевская, К.А. Бодылевский // Деревообрабатывающая промышленность. №1, 2014. - С. 22-24.

6. AD Design Award // Тенденция 2015: шпон и фанера [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.admagazine.ru/design/tendenciya-2015-shpon-i-fanera> (дата обращения: 23.02.2020).

7. Houzz // Портрет: Мебель и светильники из бамбукового шпона от Sagano [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.houzz.ru/statyi/portret-mebely-i-svetilnyki-iz-bambukovogo-shpona-ot-sagano-stsetivw-vs~67872537> (дата обращения: 23.02.2020).

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИТА ИЗ КУСКОВЫХ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.А. Заева⁽¹⁾, студент,
А.И. Криворотова⁽¹⁾, к.т.н., доцент,
В.Л. Соколов⁽²⁾, к.т.н., доцент

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

⁽²⁾ «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

⁽¹⁾ E-mail: zaeva-97@mail.ru

Описаны свойства и методика формирования древесно-цементного композита на основе кусковых отходов фанерного производства. Использование фанерных отходов позволяет создать особенную структуру композита и обеспечить прочность, соответствующую прочности арболита марки В 2,0.

Ключевые слова: древесно-цементный композит (ДЦК), отходы производства фанеры, прочность.

STRUCTURE AND PROPERTIES OF WOOD -CEMENT COMPOSITE FROM LUMP WASTE OF PLYWOOD PRODUCTION

A.A. Zaeva⁽¹⁾, student,
A.I. Rrivorotova⁽¹⁾, Ph.D., associate Professor,
V.L. Sokolov⁽²⁾, Ph.D., associate Professor

⁽¹⁾ Siberian University of science and technology named after academician M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk

⁽²⁾ Siberian federal University, Krasnoyarsk

⁽¹⁾ E-mail: zaeva-97@mail.ru

The properties and methods of forming a wood-cement composite based on lump waste of plywood production are described. The use of plywood waste allows you to create a special structure of the composite and ensure the strength corresponding to the strength of arbolite grade b 2.0.

Keywords: wood-cement composite (DCC), plywood production waste, strength.

В данный момент в условиях все большего истощения лесосырьевых запасов основной задачей является комплексная переработка древесного сырья и рациональное использование всей массы древесины. В деревообрабатывающей промышленности имеется достаточно большое количество отходов, которые не используются должным образом и чаще всего

сжигаются. Традиционно одним из востребованных материалов в строительстве и производстве мебели является фанера. При этом производство фанеры характеризуется значительными удельными затратами древесины на единицу выпускаемой продукции (от 1,6 до 3,3 м³/м³) [1]. Так, в балансе сырья фанерного производства доля карандашей и шпона-рванины составляет до 25-30 %. Повышение эффективности использования древесины в фанерных производствах на крупных площадках достигается за счет переработки отходов от лущения в производстве древесностружечных или древесноволокнистых плит. Также известен способ переработки таких отходов в стружку, которая используется в качестве наполнителя внутреннего слоя композиционного слоистого материала [2]. Но для реализации такого подхода стружечные или волокнистые плитные производства должны входить в структуру крупных фанерных комбинатов, или быть их спутниками. Однако, в настоящее время такая организации деревоперерабатывающих производств частично была утрачена и при организации новых производств практически не используется. Поэтому отходы от лущения (шпон-рванина, карандаши) чаще всего измельчаются в технологическую щепу, которая используется в качестве топлива для собственных нужд предприятия.

Еще одним видом отходов в фанерном производстве являются кусковые отходы от форматной обрезки и переобрезки готовой фанеры, доля которых может составлять до 8-12 % от объема выпускаемой продукции. Таким образом, доля отходов, требующая более разумной переработки, только возрастает. При этом отходы от форматной обрезки (переобрезки) фанеры в условиях советских предприятий чаще всего реализовывались населению, так как в сравнении с натуральной древесиной, они имеют более высокие физико-механические свойства и могут быть использованы для дачного и подсобного строительства. В настоящее время реализация такого подхода в условиях современных предприятий также мало осуществима. Измельчение же обрезков фанеры в технологическую щепу приводит к повышенному износу инструмента дробилок и рубительных машин, так как плотность фанеры за счет упрессовки выше плотности древесного сырья, а наличие клеевых слоев повышает ее твердость. Решение вышеописанных проблем возможно путем создания на фанерных производствах участков по производству древесно-цементного композита (ДЦК) с использованием образующихся отходов без предварительного измельчения. Дополнительно следует отметить, что в вышеуказанных отходах фанерного производства значительно снижается содержание цементных ядов, которые замедляют процесс твердения вяжущего в древесно-цементном материале, в результате того, что древесное сырье для изготовления фанеры подвергается гидротермической обработке перед лущением. Таким образом, это должно привести к сокращению или полному исключению использования химических добавок, которые используются для нейтрализации цементных ядов.

Для изготовления образцов древесно-цементного композита и исследования физико-механических свойств на действующем фанерном предприятии были отобраны отходы от производства фанеры. Шпон-рванина

был измельчен на гильотинных ножницах до размеров близких к размерам реек, отобранных от форматной обрезки фанеры. В качестве вяжущего использовался портландцемент марки М400. Изготовление образцов осуществлялось в следующей последовательности. В деревянную разборную форму, установленную на виброплощадке, укладывался слой цементно-песчаного раствора, который под действием вибрации образовывал ровный и гладкий лицевой слой плиты. По длине плиты укладывался слой из реек шпона-рванины или обрезков фанеры, при этом интервал между рейками принимался меньше ширины самих реек. Каждый следующий слой реек располагался под углом 90^0 к полосам предыдущего слоя. Аналогично укладывались остальные внутренние слои, количество которых зависело от высоты готового изделия. Каждый слой укрывался цементным раствором, последний лицевой слой образовывался цементно-песчаной смесью. Для повышения декоративных свойств материала возможно производить офактуривание лицевых слоев, например, мраморной крошкой. Введение химических добавок не производилось. Изготовленный материал выдерживался в форме в течение 16-18 ч для стабилизации размеров, после распалубки выдержка составляла от 8 до 20 суток в зависимости от толщины изделия [3]. Испытания прочностных характеристик производились по стандартной методике через 28 суток. В результате было установлено, что полученный материал плотностью от 450 до 500 кг/м³ по своим физико-механическим свойствам соответствует арболиту марки В2,0 [4].

Таким образом, полученные результаты указывают на перспективность получения и использования древесно-цементного композита из кусковых отходов производства фанеры. Областью применения полученного ДЦК является малоэтажное домостроение.

Библиографический список

1. Справочник фанерщика / Волков, А.В., Кондратьев, В.П., Орлов, А.Т. и др. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2010. – 486 с.
2. Свешников А.С. Формирование композиционного материала на основе шпона и древесно-клеевой композиции: дисс. канд. техн. наук /. А.С. Свешников.- Кострома: ГКТУ, 2014.- 169с.
3. Филичкина М.В., Копарев В.С. Исследование прочности древесно-цементного композита на основе древесных отходов / М.В. Филичкина, В.С. Копарев // Лесотехнический журнал. № 3. – Воронеж. 2015. – С. 191-199.
4. ГОСТ 19222-84 Арболит и изделия из него. Общие технические условия Введ. 01.01.1985. - М.: Изд-во стандартов, 1984.- 18с.

УДК 630.232.325/.326

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САЖЕНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

В.Ю. Звягинцев, студент гр. БДД 16-01,
А. В. Пряничникова, студент гр. БДД 16-01,
А.В. Никончук, ст. преподаватель.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва»
Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация E-mail:
vlad.vlad266@yandex.ru

В статье рассматривается вопрос выращивания посевного материала для лесовосстановительных работ, а также перспективы развития саженцев с закрытой корневой системой.

Ключевые слова: саженцы, восстановление, питомники, контейнеры.

PROSPECTS FOR SEEDLINGS WITH CLOSED ROOT SYSTEM

V.Yu. Zvyagintsev, student gr. BDD 16-01,
A.V. Pryanichnikova, student gr. BDD 16-01,
A.V. Nikonchuk, st. teacher.

Siberian state University of Science and Technology named after academician
M.F. Reshetnyov
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: vlad.vlad266@yandex.ru

The article considers the issue of growing seed material for reforestation, as well as the prospects for the development of seedlings with a closed root system.

Keywords: seedlings, rehabilitation, nurseries, containers.

В Красноярском крае ежегодно вырубаются леса, которые должны восстанавливаться хозяйственно ценными породами. Восстановление необходимо проводить в весенний период, для того чтобы саженцы с открытой корневой системой успели укорениться до наступления холодов. Недостатками являются короткий период посадки и большая вероятность повреждения корней. Саженцы необходимо высаживать в полностью оттаявший грунт и в крайне короткие сроки [1].

В последнее время саженцы с закрытой корневой системой в горшках и пакетах начали всё больше продаваться в магазинах. Основным преимуществом таких саженцев является то, что их можно приобрести и посадить в любое время года. Когда вы покупаете саженцы в контейнерах, вы можете быть почти на 100% уверены, что их корни не высушенные. Вам не придётся беспокоиться за них после покупки.

При выращивании растений в контейнерах часто возникает следующий негативный момент. У каждого растения размер корневой системы всегда

соответствует развитию надземной части. Корни нуждаются в большом количестве питательного грунта для их свободного размещения в почве. Столько почвы необходимо саженцам для получения надёжного водного и минерального питания. Никто не продает саженцы в таких больших контейнерах, которые могут вызвать проблемы при транспортировке. Поэтому все питомники используют контейнеры минимального размера для выращивания саженцев с закрытой корневой системой. Корни посаженных в нём саженцев изначально свободно растут во всех направлениях. При соприкосновении со стенками, они заполняют каждое свободное место. Образуется корневой клубок, в котором происходит конкуренция за воду и минералы [2].

На сегодняшний момент, в связи со слабой приживаемостью посадочного материала с открытой корневой системой, во всём мире и у нас в стране активно развивается направление выращивания саженцев с закрытой корневой системой. Проведён ряд работ по выращиванию крупномерных саженцев кедра с закрытой корневой системой.

Саженцы кедра с закрытой корневой системой выращивают в ограниченном объёме почвы, защищённой полиэтиленовой плёнкой. В качестве субстрата используется низинный торф или смесь торфа и плодородной лесной почвы. Выращивание крупных саженцев с закрытой корневой системой происходит в контейнерах с дном из полиэтиленовой плёнки высотой 20-25 см и диаметром 10-12 см. После резки плёнки до необходимого размера ее склеивают с помощью электронагревательного устройства и просверливают с помощью электродрели 16-20 отверстий диаметром от 8 до 10 мм в центре и нижней части каждого контейнера для доступа воздуха и удаление лишней влаги при поливе в период выращивания саженцев. Высаживание саженцев в контейнеры осуществляется одновременно с их заполнением субстратом. Треть контейнера заполняется субстратом, а затем туда помещается саженец, корневая шейка которого должна быть на 1-2 см выше верхнего края контейнера. При дальнейшем заполнении субстрат утрамбовывается, что позволяет закрепить корни в контейнере. После посадки необходим первый полив контейнеров. Саженцы, взятые из консервации, высаживаются с первой декады мая до первой декады июня. Пересаженные саженцы показывают большой процент приживаемости.

В мировой практике используются различные типы контейнеров: торфяные горшки, прессованные глиняные горшки, перфорированные полиэтиленовые пакеты, бумажные, целлюлозные или картонные и пластиковые стаканчики. В зависимости от материала различают прорастаемые, частично прорастаемые и непрорастаемые контейнеры. Они также значительно различаются по форме (цилиндрические, квадратные и многогранные), по высоте (от 6 до 14 см), по диаметру (от 8 до 11 см) и по объёму (от 11 до 150 см³ и более). Широко используются контейнеры, объединённые в блоки или сотообразные кассеты, которые при сжатии принимают форму пакета. Блоки и пакеты удобны для хранения, транспортировки и механизированного выращивания саженцев. Для

наполнения контейнера используются различные субстраты, лучшим из которых является субстрат, основным компонентом которого является торф, обогащённый питательными веществами, например, песком [3].

В последнее время в нашей стране разработан новый тип посадочного материала с закрытой корневой системой - саженцы «Брика». Суть технологии выращивания саженцев «Брика» заключается в следующем. Корневая система однолетнего саженца сосны, ели или других хвойных деревьев размещается между двумя торфяными брикетами размером 50x15x160 или 100x15x160 мм. Брикетты скреплены перфорированной полиэтиленовой лентой и свёрнуты в рулоны по 50 штук. В таком виде их пропитывают в ванне с раствором минеральных удобрений и микроэлементов и доращивают. Технологический процесс выращивания саженцев "Брика" полностью механизирован [4].

По проведенному анализу в Красноярском крае насчитывается 32 лесных питомников общей площадью 480,2 га. Площади питомников разные: (от 2-3 га до 120 га). Количество посадочного материала, выращенного за последние пять лет, составило в среднем 34,5 миллиона штук саженцев, которые не только удовлетворяют лесные потребности всего региона с учетом объёма лесохозяйственных работ, но и позволяют продавать посадочный материал за пределами региона. Таким образом в Красноярском крае создан потенциал для перевода лесного хозяйства на селекционную основу [5].

Несмотря на то, что количество посадочного материала достаточно для удовлетворения лесных потребностей региона, саженцы с открытой корневой системой дают низкий показатель приживаемости. Поэтому, чтобы качество посадочного материала было на высоком уровне, необходимо переходить от открытой корневой системы к закрытой корневой системе.

Для того чтобы в промышленности заниматься посадочным материалом с закрытой корневой системой, необходимо уже имеющимся на рынке образцам дать качественную оценку по показателям приживаемости и развитию корневой системы, так как это влияет на развитие дальнейших перспектив.

Библиографические ссылки

1. Калиниченко Н.П. /«Лесовосстановление и лесовыращивание»/ Н.П. Калиниченко, А. И. Писаренко, Н. А. Смирнов. – Москва: Лесная про-сть, 1967. – 232 с.
2. Различная информация о вопросах человека [Электронный ресурс] // URL: <https://vilzabota.ru/raznoe/chto-takoe-sazhanets-s-upakovannoy-kornevoy-sistemoy/> (дата обращения: 11.03.2020).
3. Дача и Сад - журнал для садоводов огородников [Электронный ресурс] // URL: <https://agrosetka74.ru/ogorod/kak-vyrashhivat-sazhentsy-s-zakrytoj-kornevoj-sistemoj.html> (дата обращения: 11.03.2020).
4. Научные публикации - РГАУ-МСХА [Электронный ресурс] // URL: <https://www.activestudy.info/vyrashhivanie-posadochnogo-materiala-s-zakrytoj-kornevoj-sistemoy/> (дата обращения: 11.03.2020).

5. «Красноярскстат» — федеральная служба статистики [Электронный ресурс] // URL: <http://mlx.krskstate.ru/npravdeet/lesvost> (дата обращения: 11.03.2020).

УДК 658.7:004.356

ВНЕДРЕНИЕ ОПИЛКОБЕТОНА В МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ДОМОВ ПОСРЕДСТВОМ 3D-ПРИНТЕРА

Т. А. Иконостасова, студент,
В. П. Стрижнев, доцент,
В. А. Шувалова, студент,
Е.Ф. Васильева, студент,
И. М. Еналеева-Бандура, доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. Академика М.Ф Решетнева», г. Красноярск
E-mail: ikonostasova2018@mail.ru

В данной статье рассмотрено применение опилкобетона и внедрение его в инновационные строительные технологии, какие будут преимущества у данной технологии перед другими строительными компаниями.

Ключевые слова: инновационные материалы, опилкобетон, 3D-принтер, 3D-печать.

INTRODUCTION OF SAWDUST CONCRETE IN LOW-RISE CONSTRUCTION OF HOUSES BY MEANS OF A 3D PRINTER

T. A. Ikonostasova, student
V. P. Strizhnev, assistant professor,
V. A. Shuvalova, student,
E. F. Vasilyeva, student,
I. M. Enaleeva-Bandura, assistant professor

Siberian University of science and technology. Academician M. F. Reshetnev,
Krasnoyarsk
E-mail: ikonostasova2018@mail.ru

This article discusses the use of sawdust concrete and its implementation in innovative construction technologies, what will be the advantages of this technology over other construction companies.

Keywords: innovative materials, sawdust concrete, 3D printer, 3D printing.

Современное развитие экономики предъявляет новые требования к материалам и технологиям, используемым в строительстве, которые должны обеспечивать возможность строительства производственных объектов любой

технической сложности и предназначения, а также обеспечивать возведение комфортного, современного жилья и социальных объектов, отвечающих современным требованиям по экологической безопасности, износостойкости, экономичности и эстетичности.

Инновационные материалы дают возможность развития новых технологий строительства и эксплуатации зданий, создания инновационных инженерных систем, что особенно важно в климатических условиях Сибири. Одним из обозначенных материалов является опилкобетон.

Опилкобетон – облегченный бетонный материал, изготовленный с применением опилок. Он легче большинства конструктивных стройматериалов. Строительство из данного материала получило широкое распространение в строительстве домов, потому что в его состав входят опилки, на основании этого он является экологически чистым.

Исходя из обозначенного выше определения, опилкобетонные блоки – строительный материал, который активно применяется в частном строительстве. Из него сооружают дома и коттеджи, различные постройки хозяйственного назначения. Блочные изделия отлично сохраняют тепло, из-за чего их допустимо применять даже в суровых климатических условиях. Помимо этого, материал является довольно прочным, за счет чего он пользуется популярностью в сейсмически активных областях.

Применение опилкобетона в малоэтажном строительстве характеризуется как для возведения построек «с нуля», так и для утепления стеновых конструкций и напольной поверхности. Опилкобетонные блоки нашли свое применение при сооружении помещений складского, производственного и сельскохозяйственного назначения [1].

Применение опилкобетона дает следующие преимущества:

1. снижение нагрузки на фундаменты;
2. улучшение теплоизоляции;
3. снижение стоимости строительства;
4. морозостойкость и негорючесть стен;
5. устойчивость к воздействию микроорганизмов;
6. хорошая звукоизоляция;
7. возможность облицовки стен любыми материалами.

Недостатки при строительстве дома с применением опилкобетона возможно исключить путем модификации технологии строительства. Например, внедрения вяжущих веществ, изменения пропорции и др..

Использование обозначенного материала не является инновационной строительной технологией, но применение его в комплексе с 3D принтером является инновацией в области строительства. В целях исследования рассмотрим наиболее подробно данную технологию [2].

Строительные 3D-принтеры представляют собой инженерные устройства, создающие конструктивные элементы зданий, малые архитектурные формы или целые строения послойно — так же, как любой 3D-принтер печатает объекты из пластика или другого материала.

Принцип работы строительных 3D-принтеров заключается в экструзии — или выдавливании — специальной смеси, слой за слоем, по заданной трехмерной компьютерной модели. Заранее подготовленная смесь, состоящая из цемента, наполнителя, пластификатора и других добавок, загружается в бункер устройства и оттуда подается к головке принтера. Смесь наносится на поверхность площадки или предыдущие напечатанные слои [3].

Развитие строительства не стоит на месте, и уже на протяжении 4-х лет в России активно внедряет свою технологию 3D-печать, например, в 2017 году был построен 1 дом с помощью 3D-принтера, этот дом находится в Московской области, г. Ступино. Стоимость печати данного дома вышла намного дешевле, нежели бы этот дом строили из блоков. Стоимость 3D принтера составляет 1,3 млн. руб. и более, следовательно, данное оборудование окупит себя менее чем за год [4].

Для примера определим количество материалов, необходимых для строительства стен дома размерами 7x10 метров высотой 3 метра. В доме имеется 4 окна размерами 1,5x1,5 метра и дверь 2x1 метр. Толщина стен - 40 см. Данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Сводные значения технико-экономических показателей строительства из различных материалов

Стеновой материал	Общая стоимость материалов при строительстве, тыс. руб.	Скорость строительства 1м ³ стеновой конструкции
Опилкобетон	93	3,14 чел/час
Кирпич	322,6	4,36 чел/час
Пенобетон	120,1	2,57 чел/час
Бревно	151,2	3,56 чел/час
Опилкобетон в комплексе с 3D-принтером	85,4	0,85 маш/час

Согласно приведенным данным, при строительстве 3D-принтером в комплексе с опилкобетоном затраты на покупку материала сократились более чем на 8%, а скорость строительства конструкции возросла почти в 4 раза, в сравнении с применением только опилкобетона.

Применение 3D-принтера является достаточно эффективным, поскольку оно снижает статьи затрат: материальные, на оплату труда, отчисления на социальные нужды; прочие затраты. Также сокращает: время работы и упрощает технологию. Внедрение в технологию 3D-печати применения опилкобетона для строительства домов, увеличит эффективность производства, а также возрастет и спрос на продукцию, так как эта технология будет производить экологически-чистый материал, у которого количество отходов практически будет равно нулю.

Библиографический список

1. Опилкобетон: состав, применение, плюсы и минусы [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.yandex.ru/media/homester/opilkobeton-sostav-primeneniye-плюсы-i-minusy-5c6430230c21d400ae940a8d>. (дата обращения 26.02.2020г).

2. Даваасенгэ С. С., Буренина О. Н., Петухова Е. С./ Модификация опилкобетона для улучшения физико-механических свойств/ Научный журнал КубГАУ, №101(07), 2014 года

3. Строительные принтеры для 3D-печати [Электронный ресурс]. URL: <http://robotrends.ru/pub/1718/top-6-stroitelnyh-printerov-dlya-3d-pechati-domov>. (дата обращения 26.02.2020г).

4. Даваасенгэ С. С., Техничко-экономические показатели в строительстве разных материалов [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901705176> (дата обращения 26.02.2020г).

УДК 630*31:004.896

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

Р.В. Казанцев, студент,
А.А. Карелина, студент,
Д.В. Черник, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: kaz6613@yandex.ru

В статье рассмотрены цифровые технологии, имеющие потенциал для внедрения в лесной отрасли России. Приведены технологии, получившие применение в настоящее время и сделаны выводы о перспективах дальнейшей цифровизации лесной отрасли.

Ключевые слова: цифровизация, лесная промышленность, мониторинг леса, дистанционное зондирование

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE RUSSIAN FOREST INDUSTRY

R.V. Kazantsev, student,
A.A. Karelina, student,
D.V. Chernik, Ph.D., Assoc. Department TMP, ILT

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: kaz6613@yandex.ru

The article discusses digital technologies that have the potential for implementation in the Russian forest industry. The technologies that are currently used are presented and conclusions are drawn about the prospects for further digitalization of the forest industry.

Keywords: digitalization, forest industry, forest monitoring, remote sensing

В настоящее время в мире набирает обороты «Четвертая промышленная революция» (Industry 4.0) - концепция, согласно которой новый качественный рывок в развитии промышленности и экономики будет обеспечен массовым внедрением цифровых технологий в существующие технологические процессы и механизмы. Технологии искусственного интеллекта, аддитивной печати, «Интернета Вещей», на которых базируется концепция Industry 4.0, позволят осуществить автоматизированное «умное» управление многими технологическими системами, существенно повысив их эффективность и снизив затраты на производство. Благодаря большому объему вычислительных мощностей и технологиям дистанционной связи, машины и механизмы смогут самостоятельно обмениваться информацией друг с другом, принимать автономные решения для работы по наиболее эффективной и рациональной технологии, опираясь на данные удаленных вычислений. Рабочий персонал в данном случае будет выполнять функции контроля и настройки данных технических комплексов, не принимая прямого участия в производственном процессе. Это, в свою очередь, позволит снизить степень травматизма на рабочих местах и обеспечить высокий уровень комфорта для персонала за счет возможности удаленного взаимодействия с объектами труда.

Как отмечают авторы [1], большинство отраслей российской промышленности, в том числе и лесная, находятся на технологическом уровне развития, соответствующем второй промышленной революции. Отставание отечественной промышленности усугубляется также высокой степенью износа основных фондов предприятий и низкой инновационной активностью.

Внедрение современных цифровых технологий в производство и управление, согласно Б.Паньшину [2], характеризуется понятием «Цифровизация», а общая концепция экономического развития, сопутствующего данному процессу - «Цифровая экономика». Согласно индексу сетевой готовности, Россия занимает лишь 41 место по готовности к цифровой экономике [3], что обусловлено недостаточно благоприятной средой для внедрения инноваций, а также недостаточно высоким уровнем развития сопутствующих технологий.

Для поэтапного внедрения цифровых технологий в российскую промышленность была разработана и утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [3], в которой предусмотрены мероприятия, обеспечивающие развитие цифровой экономики. Так, для достижения нового этапа научно-технического роста предполагается переход промышленных предприятий «к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым

материалам и способам конструирования, созданию систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта» [4].

Поскольку данные технологии находятся на стадии активного развития, невозможно вести долгосрочное планирование по их практическому применению ввиду появления новых технологий и стремительного изменения уже существующих. Для того, чтобы судить о дальнейшем развитии цифровизации в нашей стране, целесообразно проанализировать текущее состояние лесозаготовительной отрасли на предмет внедрения цифровых технологий.

Одним из активно развивающихся проектов в сфере лесной цифровизации в настоящее время является дистанционный мониторинг лесных массивов методом лазерного зондирования и аэрофотосъемки, описанный в работах [5]. Данный метод позволяет получать детализированную компьютерную модель лесного массива, по данным которой рассчитываются важные таксационные параметры древостоя, такие как средние высоты, диаметры деревьев, средние возрасты, полноты и запасы древостоев.

Виртуальная модель леса используется в целях мониторинга и прогнозирования роста лесных массивов. Помимо этого, данная модель в будущем может найти применение в системах навигации лесозаготовительной техники, а также при создании роботизированных комплексов по заготовке леса. Применение данной модели позволит увеличить точность позиционирования машин на лесосеках, что в итоге даст возможность автоматизировать рабочий цикл лесозаготовительных машин, опираясь на детализированную виртуальную модель леса и информацию, получаемую с физических датчиков машин.

В рамках Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года [6], предлагается создание единой цифровой платформы на базе существующих информационных систем о состоянии лесных массивов. Данная платформа позволит собрать в единую базу данные об использовании лесов, их защите и воспроизводстве, а также производить их централизованную обработку и анализ с целью совершенствования методик лесопользования. Сбор и обработка больших объемов данных с применением систем искусственного интеллекта позволят в будущем осуществлять глубокое планирование разработки лесных массивов и их последующего восстановления с сопутствующим определением экономических показателей в долгосрочной перспективе.

Таким образом, разработка и внедрение программно-технологических комплексов, базирующихся на цифровых технологиях, имеет большой потенциал в отечественной промышленности, однако в настоящее время находится лишь на начальном этапе своего развития. Для создания конкурентоспособной и технологичной лесной промышленности требуется дальнейшее внедрение современных технологий в технологические процессы и машины данной отрасли.

Библиографический список

1. Мехренцев, А.В. Основные направления цифровизации в лесном секторе экономики в контексте перехода к промышленности 4.0 / А.В. Мехренцев, Е.Н. Стариков, Л.А. Раменская // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XIV Международного евразийского симпозиума 17–20 сентября 2019 г. / [отв. ред. В. Г. Новоселов] ; Министерство науки и высшего образования РФ ; Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург, 2019. – С. 28–32.

2. Панышин, Б.Н. Цифровая экономика: понятия и направления развития / Б.Н. Панышин // Наука и инновации. – 2019. - № 3 (193). – С.48-55.

3. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 N 1632-р Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708030016>

4. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038>

5. Данилин, А.И. Зондирование лесного покрова высокочастотными импульсными лазерами и цифровыми аэро- и космическими фотоаппаратами сверхвысокого разрешения: опыт применения в Сибири / А.И. Данилин, И.М. Данилин, Д.А. Свищев // Вестник СибГАУ. – 2013. - № 5(51). – С. 85-89.

6. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2018 N 1989-р "Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201809250034>

УДК 630*31:62-519:004.896

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИНТЕГРАЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Р.В. Казанцев, студент,
А.А. Карелина, студент,
Д.В. Черник, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: kaz6613@yandex.ru

В статье рассмотрены перспективные киберфизические системы и цифровые технологии, применяемые в машинах зарубежной лесозаготовительной отрасли. Приведены основные преимущества данных технологий, а также перспективы создания отечественных лесозаготовительных машин на их основе.

Ключевые слова: киберфизические системы, лесозаготовительная отрасль, виртуальная реальность, дистанционное управление

FOREIGN EXPERIENCE INTEGRATION OF CYBERPHYSICAL SYSTEMS IN THE FORESTRY INDUSTRY

R.V. Kazantsev, student,
A.A. Karelina, student,
D.V. Chernik, Ph.D., Assoc. Department TMP, ILT

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: kaz6613@yandex.ru

The article discusses promising cyberphysical systems and digital technologies used in machines of foreign forest industry. The main advantages of these technologies are given, as well as the prospects for creating domestic forestry machines based on them.

Keywords: cyberphysical systems, logging industry, virtual reality, remote control

Активное развитие новых технологий несет большой потенциал для их применения в промышленности. Однако достигнуть наиболее эффективного использования технологий в целях роста технического развития можно только благодаря их комплексному применению в рамках единой концепции. Термин «Индустрия 4.0», впервые сформулированный в Германии в 2011 году [1], обозначает концепцию технологического развития, базирующуюся на применении современных цифровых технологий («Большие Данные», «Интернет Вещей», машинное обучение, дополненная реальность и прочие). Данная концепция предполагает внедрение т.н. «киберфизических систем» в различные отрасли промышленности с целью повышения производительности, эффективности и безопасности рабочих процессов.

Киберфизические системы – это результат тесного слияния компьютерных алгоритмов и вычислительных мощностей с физическим оборудованием. Всевозможные объекты и предметы реального мира помещаются в виртуальную модель при помощи различных датчиков и сенсоров. Внедрение таких систем в машины и механизмы имеет большой потенциал и позволяет существенно расширить возможности оборудования путем двунаправленного взаимодействия с ним.

В настоящее время интеграция киберфизических систем в промышленности наблюдается в наиболее технологически развитых странах. Согласно программе «Цифровая экономика» [2], направленной на развитие цифровых технологий в промышленности и экономике, Россия занимает отстающие позиции по готовности к внедрению данных технологий, что обусловлено низким уровнем их развития и неблагоприятной инвестиционной

средой. Однако для ликвидации этого отставания целесообразно обратиться к зарубежному опыту, рассмотрев и проанализировав существующие решения по интеграции киберфизических систем в промышленности. Рассмотрим наиболее перспективные решения, внедренные в машинах лесозаготовительной отрасли зарубежных стран.

Россманн и др. в своей работе [3] описывают систему моделирования лесных массивов ForestGML. Она представляет собой виртуальную среду, в которой реалистично воссоздается лесной массив. Система ForestGML ведет обработку больших объемов данных дистанционного зондирования в реальном времени, по величинам которых производится построение виртуальной модели леса с учетом большого количества параметров лесонасаждений. Это позволяет получать реалистичные модели лесных массивов для их дальнейшего использования.

Данная система находит применение в создании обучающих тренажеров для операторов харвестеров, позволяя реалистично имитировать рабочий процесс заготовки сортиментов с учетом ограничений по предельным размерам и весу заготавливаемого дерева. Другим немаловажным применением системы ForestGML является система высокоточной навигации машин на лесосеке. Поскольку спутниковая навигация обладает невысокой точностью и нестабильностью приема сигнала в условиях плотных лесонасаждений, ее использование является неэффективным. Предварительно созданная модель «виртуального леса» обеспечивает стабильную и точную навигацию машины в лесу, с ошибкой позиционирования не более 50 см.

Зачастую операторы лесозаготовительных комбайнов сталкиваются с проблемой ограниченной видимости на лесосеке. Это неблагоприятно сказывается на скорости работы и качестве заготавливаемого материала. Для решения этой проблемы авторами работы [4] была разработана система увеличения обзорности в кабине оператора на базе технологий дополненной реальности.

В данной системе базовая машина оснащается оптическим дальномером – лидаром. Лидар сканирует лес перед машиной на угол до 180 градусов. По мере того, как машина передвигается, по данным лазерного сканирования создается и непрерывно обновляется виртуальная модель леса, состоящая из облака точек. При помощи семи датчиков (2D-маркеров), расположенных на голове оператора, считывается точное положение головы. При помощи программно-аппаратных средств дополненной реальности (AR) перед глазами оператора выводится трехмерная проекция виртуальной модели участка лесосеки, точно совмещенная с реальными объектами. Манипулятор и технологическое оборудование также проецируются перед оператором в виде упрощенных звеньев. Данная система позволяет повысить эффективность операций по заготовке леса: благодаря улучшению видимости, возрастает скорость наведения харвестерной головки и повала дерева, а также уменьшается риск столкновения оборудования с препятствиями и его последующего повреждения.

Лесозаготовительные машины в настоящее время становятся все более «умными» и могут производить часть операций в полуавтоматическом режиме, что способствует повышению производительности. Весомым шагом на пути к автоматизации является работа [5], авторы которой предлагают систему дистанционного управления лесозаготовительной машиной, в основе которой лежат технологии виртуальной реальности. Система состоит из нескольких модулей, основным из которых является виртуальная модель рабочего пространства CraneVE. Данная модель создается и непрерывно обновляется по данным, получаемым с различных датчиков (сенсоры положения, камеры, лидары) и включает в себя информацию о ближайшем окружении машины, положении деревьев на лесосеке, а также расположении самой машины (с учетом положения манипулятора и технологического оборудования). При помощи устройств ввода оператор может осуществлять управление виртуальной моделью машины как в ручном, так и автоматическом режиме, за работу которого отвечает модуль планирования движения, задающий готовую траекторию для перемещения манипулятора. При виртуальном просчете траектории система определяет самый оптимальный маршрут, используя при этом алгоритмы предотвращения столкновений с препятствиями. Сигнал с модели CraneVE, которая отображается на удаленном рабочем месте оператора, поступает непосредственно на технологическое оборудование машины. Связь между модулями осуществляется по протоколам беспроводной связи, что позволяет управлять машиной дистанционно, через локальную сеть или интернет.

Таким образом, данная система позволяет вести дистанционное управление лесозаготовительной машиной, наблюдая все процессы в пространстве виртуальной реальности. Это обеспечивает повышение производительности работ за счет частичной автоматизации рабочих циклов заготовки леса, а также снижение нагрузки на оператора и увеличение безопасности работ за счет отсутствия людей в опасной зоне.

Рассмотренные технологии и системы, внедренные в зарубежных машинах, имеют безусловный потенциал применения в машинах отечественной промышленности. Поскольку на данный момент в нашей стране не существует предприятий, производящих лесозаготовительные машины собственной разработки, отвечающие современным требованиям, целесообразно в ближайшем будущем разработать систему машин и наладить их производство. Создание системы машин целесообразно начинать с изначальным внедрением киберфизических систем и других современных технологий, учитывая зарубежный опыт. Это позволит полноценно конкурировать на рынке машин лесной промышленности, повысить эффективность лесозаготовительных работ, а также улучшить условия работы операторов машин.

Библиографический список

1. Шваб, К. Технологии четвертой промышленной революции / К. Шваб, Н. Дэвис. - М.: Эксмо, 2018. – 320 с.

2. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 N 1632-р Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708030016>

3. Rossmann, J. GML-Based Data Management and Semantic World Modelling for a 4D Forest Simulation and Information System / J. Rossmann, M. Hoppen, A. Bücken // International Journal of 3-D Information Modeling. – 2014. – № 3(3). – P. 50-67.

4. Palonen, T. Augmented Reality in Forest Machine Cabin / T. Palonen, H. Huuti, A. Visala // IFAC PapersOnLine. – 2017. - № 50-1. – P. 5410-5417.

5. Westerberg, S. Virtual Environment-Based Teleoperation of Forestry Machines: Designing Future Interaction Methods / S. Westerberg, A. Shiriaev // Journal of Human-Robot Interaction. – 2013. – V.2. - № 3. – P. 84-110.

УДК 630.0

МАШИНЫ ДЛЯ РУБОК УХОДА

А.А. Карелина, студент, МТЛ 19-01
Д.В. Черник, к.т.н., доцент, кафедра ТМП, ИЛТ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий и имени академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: karelina.alexandra@mail.ru

В статье рассматриваются крупногабаритные машины предназначенные для выполнения рубок ухода. Приводится их описание, а также краткий перечень выполняемых работ.

Ключевые слова: рубки ухода, машина для рубок ухода, лесовосстановление

MACHINE FOR THINNING

A.A. Karelina, student, MTL19-01
D.V. Chernik, Ph.D., Assoc. Department TMP, ILT

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, 82, Mira Av.,
Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: karelina.alexandra@mail.ru

The article discusses large-sized machines designed for thinning. Their description is provided, as well as a short list of work performed.

Keywords: thinning, thinning machines, reforestation

Лесная отрасль в российской экономике занимает незначительную часть, всего 1,3% ВВП страны [4]. Подобная неэффективность обусловлена рядом факторов, например, отсутствие или слабое развитие дорожной сети, устаревшее оборудование, незаконные рубки, а также отсутствие или незначительность лесовосстановительных мероприятий. Чтобы добыча леса велась наиболее эффективно, необходимо разработать и принять комплекс мер, способствующих упрощению процесса добычи леса законными способами, а также разработать план лесовосстановительных мероприятий.

Лесовосстановление должно быть неотъемлемой частью процесса добычи древесины. Это позволит не только сохранять полезные площади, но и улучшать качество деловой древесины. Одной из таких операций по возобновлению леса являются рубки ухода. Такие рубки представляют собой процесс удаления деревьев, которые не отвечают хозяйственным целям и отрицательно влияют на рост лучших деревьев, а также помогают создать благоприятные условия для развития последних [1].

Но, как и для любого мероприятия, здесь необходимо специальное оборудование, которое способно эффективно выполнять поставленную задачу. На сегодняшний день устройства для рубок ухода в основном представлены как моторизированный ручной инструмент и как крупногабаритные тракторы со специализированным оборудованием.

Наиболее применимыми можно считать крупные машины, так как они являются более производительными, чем ручной инструмент.

Среди них можно выделить следующие устройства:

- Лесохозяйственная машина для рубок ухода за лесами.

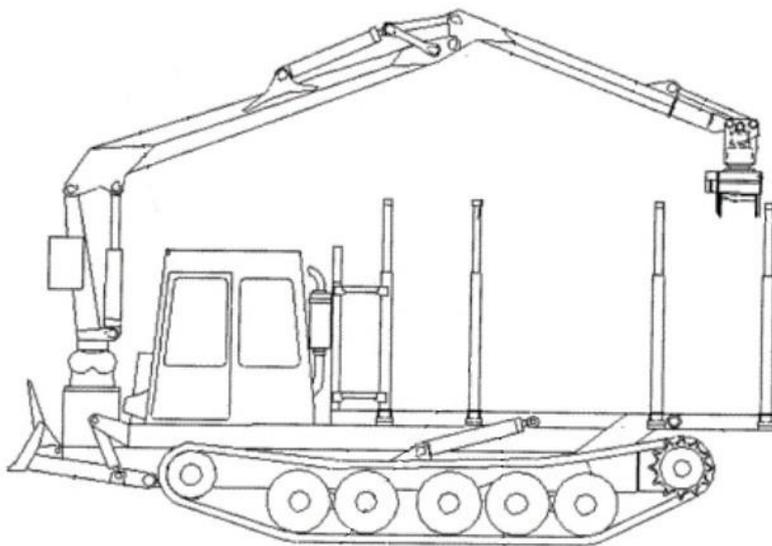


Рисунок 1 – Лесохозяйственная машина для рубок ухода за лесами

Она предназначена для осуществления некоммерческих рубок ухода за лесами, санитарных рубок, вырубок плантаций энергетических деревьев, расчистки линейных объектов, очистки лесных насаждений, поврежденных пожарами и лесосек от поваленного ветром древостоя.

Лесохозяйственная машина для рубок ухода за лесами содержит шасси, в передней части которого установлены толкающее оборудование, опорно-поворотное устройство с гидроманипулятором, выдвижная часть рукояти которого шарнирно соединена с корпусом гидравлического грейфера со встроенным ротатором и поворотными захватами для лесоматериалов. В задней части шасси за кабиной оператора установлен грузовой отсек. Гидравлический грейфер имеет навесной пильный аппарат. Корпус грейфера соединен со штангой, шарнирно установленной на неподвижной части рукояти, для обеспечения его поворота относительно оси шарнирного соединения корпуса с выдвижной частью рукояти в продольновертикальной плоскости, проходящей через продольную ось рукояти гидроманипулятора [2].

- Машина для рубок ухода за лесом

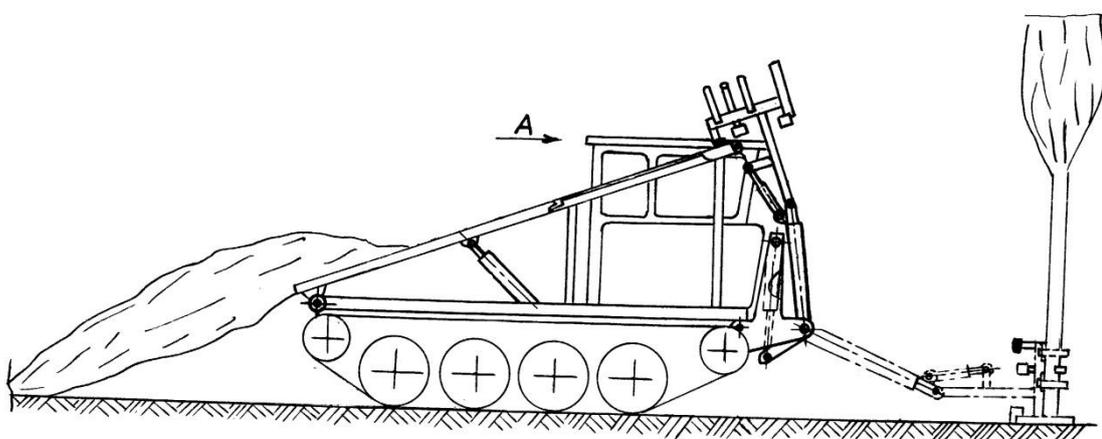


Рисунок 2 – Машина для рубок ухода за лесом

Используется на рубках ухода за лесом для подготовки технологических коридоров в естественных насаждениях и прореживания лесных культур.

Машина для рубок ухода за лесом состоит из установленной на самоходном шасси поворотной стрелы с захватно-срезающим устройством и наклонной платформы. Поворотная стрела выполнена из двух соединенных между собой посредством шарнира телескопических звеньев – заднего и переднего. В месте соединения телескопические звенья снабжены механизмом поворота для обеспечения поворота переднего звена с захватно-срезающим устройством относительно заднего на угол не менее 270° . Механизм поворота выполнен в виде реечной передачи, шестерня которой закреплена на валу шарнира, а зубчатая рейка установлена в направляющей на заднем звене и перемещается в ней с помощью двух гидроцилиндров. Переднее звено жестко соединено с валом шарнира. В месте соединения телескопические звенья снабжены самоустанавливающимся приводным опорным устройством. Приводное опорное устройство выполнено в виде симметрично расположенных металлических колес со сферическими ободьями, оси которых закреплены в нижней части зубчатой рейки [3].

При помощи описанных машин можно эффективно проводить операции по рубкам ухода в разных лесах. Такое оборудование обеспечивает хорошую проходимость и высокую производительность. Поскольку рассматриваемые устройства являются непосредственными разработками научных коллективов, то можно сделать вывод, что создание эффективных машин для рубок ухода является важной задачей как десятилетия назад, так и в нынешнее время. Современное развитие оборудование лесного комплекса может способствовать не только экономическому росту отдельной отрасли хозяйства, но и также поддержанию благополучия экологической среды.

Библиографический список

1. Рубки ухода за лесом. Оценка качества. ОСТ 56-97-93
2. Патент РФ 167259 U1. Лесохозяйственная машина для рубок ухода за лесами / Кондратюк В.А. и др.; патентообладатель АО «Государственный научный центр лесопромышленного комплекса». – № 2016131516, заявл. 02.08.2016; опубл. 27.12.2016 Бюл. № 36. – 10 с.
3. Патент РФ 2101925 С1. Машина для рубок ухода за лесом / Зинин В.Ф., Прохоров Л.Н., Блинов Е.К.; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства. – № 96105639/13; заявл. 25.03.1996; опубл. 20.01.1998. – 2 с.
4. А. Петров. Лесной сектор экономики России сегодня и завтра / Петров А. // ЛесПромИнформ. №2 (92), 2013 г.

УДК 658.7:630.78

ОБ ОСНОВНЫХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОСТАВОК ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННОЙ ПЕРЕВОЗКИ

И.О. Козяева, студент,
А.Л. Давыдова, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика
М.Ф. Решетнева», г. Красноярск
E-mail: kozyaeva_98@mail.ru

В статье рассмотрены основные экономико-математические модели перевозочного процесса поставок лесопродукции, произведен сравнительный анализ отмеченных моделей, на основании результатов исследования выявлена необходимость разработки комплексной модели организационно-технологического функционирования обозначенного процесса с учетом специфики лесной отрасли в условиях смешанных перевозок.

Ключевые слова: модель, лесопродукция, перевозочный процесс, смешанная перевозка.

ON THE MAIN METHODOLOGICAL ASPECTS OF MODELING THE TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL PROCESS OF TIMBER DELIVERIES IN MIXED TRANSPORT CONDITIONS

I.O. Kozyaeva, student,
A. L. Davydova, senior lecturer

Siberian University of science and technology. academician's
M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk
E-mail: kozyaeva_98@mail.ru

The article describes the main economic-mathematical model of transportation process of timber supply, comparative analysis of observed models, based on the results of the study revealed the need for a comprehensive model of organizational and technological functioning of the designated process taking into account the specifics of the forest industry in the context of multimodal transport.

Keywords: model, forest products, transportation process, mixed transportation.

Лесная промышленность постоянно развивается, но проблемы, связанные с транспортировкой лесопродукции в условиях смешанной перевозки являются актуальными и в настоящее время.

Перевозку лесопродукции от пунктов отправления до пунктов назначения в большинстве случаев невозможно осуществить только одним видом транспорта, поэтому поставку лесных грузов между грузоотправителями и грузополучателями приходится выполнять с привлечением различных видов транспорта: железнодорожного, водного, автомобильного. Основная часть перевозок приходится на взаимодействие железнодорожного и автомобильного транспорта. Смешанные перевозки в данной отрасли составляют до 90%, но доля логистических операторов, на которых возлагается вся ответственность за осуществление такой перевозки, крайне мала. Это обуславливается отсутствием логистического подхода и единого документа в соответствии с которым проводятся перегрузочные работы с одного вида транспорта на другой. В связи этим разработка оптимизационных моделей поставок лесопродукции в условиях смешанной перевозки является актуальной научной задачей. В условиях рыночной экономики для оптимизации перевозок чаще всего используется линейная модель. Так называемая транспортная задача в которой рассматриваются минимизации расходов, связанных собственно с затратами на перевозку груза при заранее известных объемах поставок в пункты назначения. Задачи, связанные с обоснованием маршрута движения, схемы перевозки и работы транспорта могут быть решены с использованием экономико-

математических моделей, обеспечивающих получение оптимального решения. Учитывая вышеизложенное, перед нами стоит задача обозначить, посредством анализа научной литературы [1-4 и др.] экономико-математическую модель, которая бы в точности описывала весь перевозочный процесс поставок груза в смешанном сообщении с учетом специфики лесной отрасли. В целях наглядности исходных данных для указанного анализа основные экономико-математические модели транспортно-технологического процесса сведены в таблицу.

Таблица – Основные экономико-математические модели транспортно-технологического процесса

Автор	Формализация модели	Ограничения	Значение показателей
1. О.А. Винокурова	$\sum_i \sum_k (C_{ik}^{\phi} + C_{ik}^n)^p \cdot x_{ik}$ $+ \sum_k \sum_j (C_{kj}^{\phi} + C_{kj}^n)^m \cdot x_{ik}$ $\rightarrow \min$	<ol style="list-style-type: none"> $\sum_k x_{ik} = a_i$ $\sum_i x_{ik} \leq P_k$ $\sum_k x_{kj} = \theta_j$ $x_{ik} = x_{kj} \geq 0$ 	<p>i, j, k - признак соответственно пунктов отправления, перевалки и назначения; x - количество отправленного груза за расчетный период; C^{ϕ}, C^n - соответственно транспортные издержки по флоту и по порту перевалки при обработке тоннажа; p, m - соответственно индексы, отражающие работу тоннажа на речном и на морском участках.</p>
2. В.П. Клепиков	$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^l \sum_{i=1}^{P(l)} A_{kli} m_{kli} f_{kli}$ $\rightarrow \min$ $A_{kli} = A_{kli}^0 + \int_0^{t_{kli}} A_{kli}(t) dt$	<ol style="list-style-type: none"> $0 \leq m_{kli} \leq m_{kli}^*$ $0 \leq f_{kli} \leq f_{kli}^*$ $\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{P(l \neq 2)} V_{ki}^c m_{ki} f_{ki}$ $= \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{P(l \neq 2)} q_{cp}^{\delta} m_{ki} f_{ki} \geq V_{зад}$ 	<p>A_{kli} - суммарные, $A_{kli}^0, A_{kli}(t) : (i \neq 2)$ величины издержек на судовую партию, $(i \neq 2)$ для одного вагона, независящие и зависящие от времени соответственно; $P(l) - (l \neq 2)$ количество судов партий, количество тарифных групп железнодорожной транспортировки; m_{kli} - количество судовых партий заданного тоннажа, количество вагонов заданных тарифных групп; $f_{kli} - (l \neq 2)$ количество отправок судовых партий заданного тоннажа, количество отправок вагонов заданных тарифных групп.</p>

Окончание таблицы.			
3. Р.Н. Ковалев Д.В. Демидов	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$	$\sum_{j=1}^n x_{sj} - \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{it} = -1$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ji} = 0$ $(\forall i \in \{1, 2, \dots, n\}, i \neq s, i \neq t)$ $x_{ij} \in \{0, 1\} (\forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\})$	C_{ij} - кратчайшее расстояние между пунктами i и j ; A_i - потребность i -го пункта в грузах; B_j - наличие груза в j -м пункте.
4. А.Б. Егоров	$\sum_{n=1}^N T_n = F(S_{рес\ n}, \bar{a}_n, \bar{b}_n)$ $\rightarrow \min$	$F_{себест} \leq F_{норм}$ $\Pi_{треб} \leq \Pi_{факт}$ $\sum_{n=1}^N S_{рес\ n} \leq S_{рес}$	T - время доставки груза; T_n - время нахождения груза в n -м звене; F - функция, определяющая суммарное время доставки грузов; $S_{рес\ n}$ - ресурс, выделенный n -му звену; \bar{a}_n - вектор технико-технологических нормообразующих параметров n -го звена; \bar{b}_n - вектор неуправляемых параметров, характеризующих n -е звено; $F_{себест}$ - функция, определяющая себестоимость доставки груза; $F_{норм}$ - норматив себестоимости; $\Pi_{треб}$ - потребная пропускная способность; $\Pi_{факт}$ - фактическая пропускная способность; $S_{рес}$ - суммарное количество ресурсов.

На основании данных приведенных в таблице можно сделать следующие выводы:

- модель, разработанная О.А. Винокуровой дает возможность поэтапного расчета оптимальной схемы перевозок и работы судов «река-море» плавания, а также обосновывает эффективность использования флота смешанного плавания [1];

- модель, разработанная В.П. Клепиковым позволяет определить оптимальное количество железнодорожных вагонов и морских судов, необходимых для транспортировки заданного количества продукции, завезённой за расчетный период [2];

- модель, разработанная Р.Н. Ковалевым и Д.В. Демидовым дает возможность осуществить поиск нескольких кратчайших путей [3];

- модель, разработанная А.Б. Егоровым ориентирована на минимизацию времени доставки грузов при выполнении ограничений,

накладываемых на себестоимость, пропускную способность транспортно-логистических цепей и суммарные выделенные ресурсы [4].

Приведенные модели наряду со своими преимуществами имеют ряд недостатков: отсутствие учета динамики перевозочного процесса, кроме модели А.Б. Егорова; мновариантность перевозимой продукции и подвижного состава; неравномерность перевозочного процесса; учета специфики лесной отрасли. Таким образом, учитывая результаты исследования, можно утверждать, что вопросы разработки комплексной модели с учетом специфики лесной отрасли не достаточно освещены в научной литературе и требуют дальнейшей проработки по обозначенной проблематике.

Библиографический список

1. Винокурова О.А. Совершенствование организации перевозок и работы судов смешанного «река-море» плавания/ О.А. Винокурова//дис.канд.техн.наук. –Новосибирск -2007.
2. Клепиков В.П. Методология комплексного развития транспортных систем в проектах взаимодействия железнодорожного и морского транспорта/ В.П. Клепиков//дис.докт.техн.наук.- Москва – 2007.
3. Ковалев Р.Н. Демидов Д.В. Логистическое управление транспортными системами: учебное пособие / Р.Н. Ковалев Д.В. Демидов – Екатеринбург – 2008.
4. Егоров А.Б. Инновационные подходы к оптимизации перевозки нефти нефтепродуктов в смешанном сообщении/ А.Б. Егоров//дис.канд.техн.наук. – Москва -2005.

УДК 004.232:658.527

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ФОРМАТЕ 4D

В. А. Лозовой ⁽¹⁾, д.т.н., профессор,
А.В. Никончук ⁽¹⁾, к.т.н., доцент,
К.А. Бословяк ⁽¹⁾, магистрант.

⁽¹⁾ Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
E-mail: kboslovyak@yandex.ru

В статье изложена методика формализации технологических перемещений в поточных линиях на основе матричных преобразований координат. Предложено структурный анализ проводить в формате 3D

(матрицы 4×4) с переходом к моделированию в формате 4D (матрицы 5×5) с созданием оси времени, объединяющей плавающие координатные системы.

Ключевые слова: преобразование координат, ось времени, матрицы 4×4 , 5×5 , моделирование, формат 3D, формат 4D.

IN-LINE PROCESS FORMALIZATION IN 4D FORMAT

V.A. Lozovoy ⁽¹⁾, Doctor of Engineering, professor
A.V. Nikonchuk ⁽¹⁾, Candidate of Technical Sciences, associate professor
K.A. Boslovyak ⁽¹⁾, undergraduate

⁽¹⁾ Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev

82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

E-mail: kboslovyak@yandex.ru

The article describes the procedure of formalization of technological movements in flow lines on the basis of matrix transformations of coordinates. It is offered to carry out the structural analysis in the 3D format (matrixes 4×4) with transition to modeling in format 4D (matrixes 5×5) with creation of the axis of time uniting floating coordinate systems.

Keywords: transformation of coordinates, axis of time, matrix 4×4 , 5×5 , modeling, 3D format, format 4D.

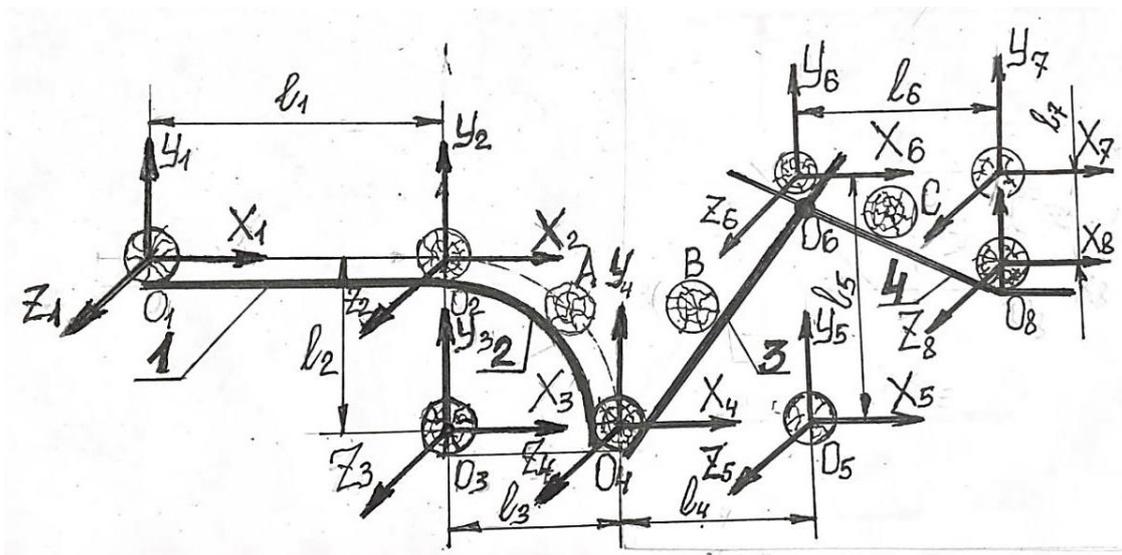


Рисунок 1 – Структурная схема поточной обезличенной линии:

1. Транспортное устройство для поперечного перемещения хлыстов на расстояние l_1 ;

2. Сбрасыватель, перемещающий хлыст по оси Y на расстояние l_2 , по оси X на расстояние l_3 (по траектории O_2-O_4);

3. Наклонное подъёмное транспортное средство, перемещающее хлыст по поверхности O_4-O_6 , на расстояние l_4 по оси X, по оси Y на расстояние l_5 ;

4. Опорная плоскость, на которую хлыст перемещается по оси X на расстояние l_6 , по оси Y на расстояние l_7 .

A, B, C – истинные траектории перемещения предмета труда.

В первую очередь описывается структура (рис.1) потока перемещений при помощи координатных систем $O_1X_1Y_1Z_1 - O_8X_8Y_8Z_8$.

Для упрощения ограничимся подъёмом хлыста на вершину плоскости 3. Запишем структурную технологическую формулу матрицами 4×4 в сокращенной записи [2]:

$$B_n = m(\vec{\rightarrow}_i, l_1) \times m(\vec{\rightarrow}_j, l_2) \times m(\vec{\rightarrow}_i, l_3) \times m(\vec{\rightarrow}_i, l_4) \times m(\vec{\rightarrow}_j, l_5) \quad (1)$$

где B_n - результирующая матрица получаемая при матричных преобразованиях координат;

n – количество агрегатов, участвующих в технологическом процессе, в данном случае $n = 4$, т.е. $B_n = B_4$;

m – переходная матрица 4×4 , при этом переход совершается началом координат O_1-O_5

$\vec{\rightarrow}_i$ – направляющий вектор координатной оси X_i ;

$\vec{\rightarrow}_j$ – направляющий вектор координатной оси Y_i ;

$\vec{\rightarrow}_k$ – направляющий вектор координатной оси Z_i .

l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 – перемещения (изменения) координат хлыстов при матричных преобразованиях координат.

Произведя перемножение матрицы 44 формулы (1) получим матрицу (2):

$$B_4 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & l_1 + l_3 + l_4 \\ 0 & 1 & 0 & l_2 + l_5 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (2)$$

Произведение матриц (1,2) дает результирующую матрицу, которая позволяет составить векторное уравнение (3), поскольку четвертый столбец представляет собой координаты хлыста в системе $O_1X_1Y_1Z_1$ [1], которые получены суммированием перемещений l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 . При этом все перемещения относятся к началу координат O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 и совершаются параллельно координатным осям.

$$\vec{l}_1 + \vec{l}_2 + \vec{l}_3 + \vec{l}_4 + \vec{l}_5 = \vec{R} \quad (3)$$

В графической форме решение уравнения (3) показано на рисунке 2.

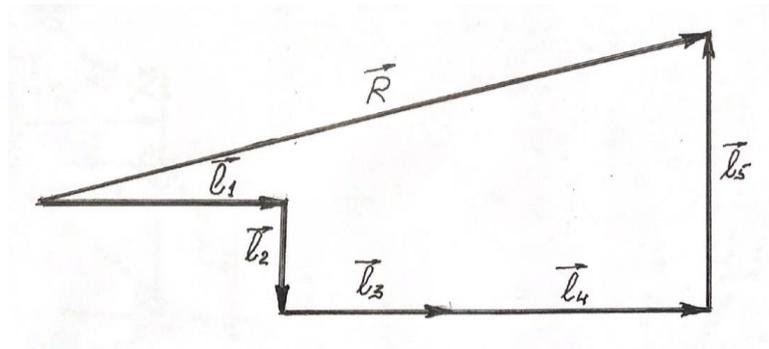


Рисунок 2 – Графическое решение векторного уравнения (3), где \vec{R} – результирующий вектор уравнения (3).

Если векторное уравнение (3) разделить на одно и то же число, например, численное значение $t_{ц}$ – цикл выполнения обработки одного, например, хлыста, то получим:

$$\frac{\vec{l}_1}{t_{ц}} + \frac{\vec{l}_2}{t_{ц}} + \frac{\vec{l}_3}{t_{ц}} + \frac{\vec{l}_4}{t_{ц}} + \frac{\vec{l}_5}{t_{ц}} = \frac{\vec{R}}{t_{ц}} \quad (4)$$

При делении вектора на число получим так же вектор, в нашем случае – скорость движения предмета труда на каждом из векторов перемещения l_1 - l_5 .

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \vec{v}_4 + \vec{v}_5 = \vec{v} \quad (5)$$

Таким образом, при недостающих технических характеристиках по какой-либо из транспортных машин, можно восполнить этот пробел, подчиняя движение по каждому из агрегатов единому ритму, то есть $t_{ц}$.

Предыдущая структурная формула технологического процесса (1) основывается на системе координат плавающего типа, то есть каждому хлысту присваивается начальная система координат $m(\vec{i}; \vec{j}; \vec{k}; 0; 0; 0)$:

$$m_0 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (6)$$

где $x, y, z = 0$.

Для упрощения в уравнении (1) эта плавающая базовая система опускается, подразумевая обязательность своего присутствия. При этом стоит отметить, что при формализации применяются матрицы сдвига ($m_{сд}$), поскольку их большинство, то структурную формулу можно составить избегая нижнего индекса ($m_{сд}$), а при наличии поворота следует писать ($m_{вр}$) [3].

Для того, чтобы базовые системы координат $m(\vec{i}; \vec{j}; \vec{k}; 0; 0; 0)$, вновь появляющиеся с каждым новым хлыстом, объединить в единую систему, следует ввести новую независимую переменную время T . Данная переменная представляет собой сумму численных значений t_i , которые представляют в итоге непрерывную ось времени T , которая является общей для всех координатных систем, привязанных к разным хлыстам. [2].

То есть время течет для каждой координатной системы или координатной оси одинаково, что позволяет объединить плавающие координаты (рис. 1) в единую графическую модель технологического процесса поточной линии, которая формализуется при помощи расширенных переходных матрицы 5×5 [1,2].

В сокращенной записи переходных матриц 5×5 производится переход от 3D модели к 4D, то есть:

$$B_n = m(\vec{i}, t, l_1, t_1) \times m(\vec{j}, t, l_2, t_2) \times m(\vec{i}, t, l_3, t_3) \times m(\vec{i}, t, l_4, t_4) \times m(\vec{j}, t, l_5, t_5) \quad (7)$$

Структурная формула описывает технологический процесс в матричной записи. В результате перемножения матриц формулы (7), получаем матрицу (8):

$$B_4 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & l_1 + l_3 + l_4 \\ 0 & 1 & 0 & l_2 + l_5 \\ 0 & 0 & 1 & t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (8)$$

Результирующая матрица, являющаяся произведением пяти переходных матриц, представляет собой единичную диагональную матрицу, в которой крайний пятый столбец содержит первые три строчки координаты X, Y, Z относительно базовой системы координат, четвертая строчка указывает, что процесс объединен единой осью времени в виде суммы t_i .

В результате рассмотрения теоретических разработок [3] можно сделать общий вывод по применению метода матричных преобразований координат.

Итогом обобщения является переход от диагональных единичных матриц 4×4 формата 3D к матрицам 5×5 формата 4D. При этом введено понятие «временная ось», объединяющее плавающие координатные системы в единую систему, которая позволяет перейти к графическому моделированию с использованием графика перемещений в зависимости от времени.

Библиографический список

1. Воробьев, Е. И. Механика промышленных роботов [Текст]: в 3 кн. Кн. 1. Кинематика и динамика / Е. И. Воробьев, С. А. Попов, Г. И. Шевелева. – М.: Высш. шк., 1988. – 304 с.

2. Лозовой, В. А. Структурно-кинематический анализ лесозаготовительного оборудования / В. А. Лозовой // Лесозаготовка: межвуз. сб. научн. трудов. – Красноярск: КГТА, 1995. – С. 150-158.

3. Лозовой, В. А. Матричное преобразование координат применительно к структурному анализу раскряжевых линий / В. А. Лозовой // Лесозаготовка: межвуз. сб. научн. тр. – Красноярск: СибГТУ, 1998. – С. 133-139.

УДК 004.057.3:004.414.23

ВИДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ ДЛЯ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ В ФОРМАТЕ 4D

В. А. Лозовой ⁽¹⁾, д.т.н., профессор,
А.В. Никончук ⁽¹⁾, к.т.н., доцент
Д.Н. Жданова ⁽¹⁾, магистрант

⁽¹⁾ Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
E-mail: darya.zhdanova.96@bk.ru

Поточные технологии самое прогрессивное направление развития производственных систем. Распространённым методом анализа поточных технологий на сегодняшний день является циклограммный, который соответствует, в лучшем случае, формату 2D. В статье предлагается метод на базе матричного преобразования координат (МПК) с теоретическим обоснованием моделирования в формате 4D.

Ключевые слова: вектор, матрицы 4×4, 5×5, преобразование координат, структурный анализ, моделирование, 4D формат.

VIEWS OF STRUCTURAL DIAGRAMS FOR STRUCTURAL ANALYSIS AND MODELLING IN 4D FORMAT

V.A. Lozovoy ⁽¹⁾, Doctor of Engineering, professor
A.V. Nikonchuk ⁽¹⁾, Candidate of Technical Sciences, associate professor
D.N. Zhdanova ⁽¹⁾, undergraduate

⁽¹⁾ Siberian state University of science and technology named after academician M. F. Reshetnev
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: darya.zhdanova.96@bk.ru

Flow technologies are the most progressive direction of development of production systems. A common method of analyzing flow technologies today is

cyclogram, which corresponds, at best, to the 2D format. The article proposes a method based on matrix transformation of coordinates (IASC) with theoretical justification of modeling in 4D format.

Keywords: vector, matrixes 4×4, 5×5, transformation of coordinates, structural analysis, modeling, 4D format.

Структурный анализ линий для первичной обработки леса базируется на теоретическом обосновании метода с использованием матричных преобразований координат (МПК) вектора [2].

Наиболее сложными для структурно-кинематического анализа являются поточные линии с последовательным расположением агрегатов и разнообразными параметрами предмета труда. При таком расположении агрегатов предполагается, что каждый агрегат находится в рабочем цикле, т.е. перемещает предмет труда. Поэтому такие линии и называются поточными линиями непрерывного действия.

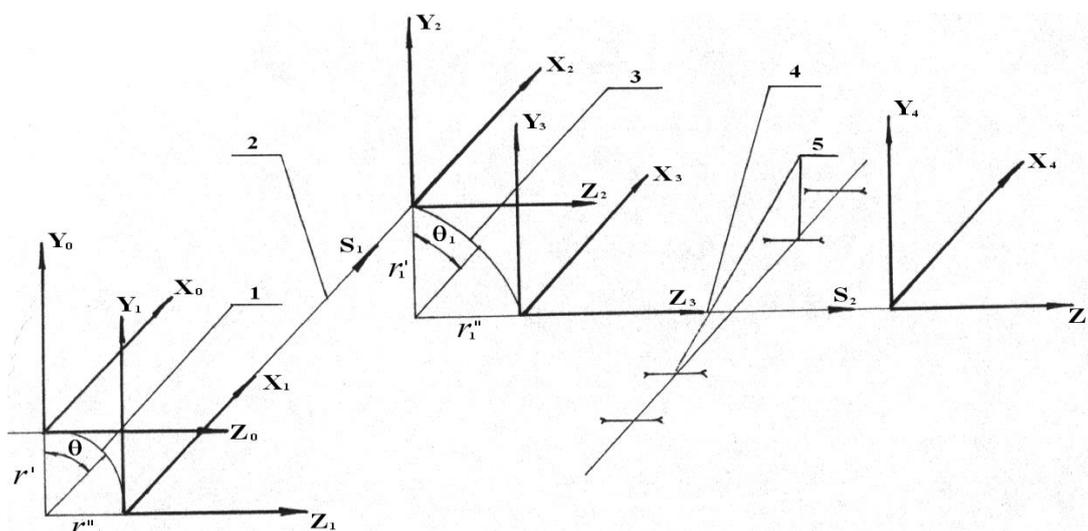


Рисунок 1 – Структурная схема поточной линии с продольным ориентирующим транспортером: 1-сбрасыватель; 2 - ориентирующий транспортер; 3 - сбрасыватель; 4 - транспортер надвигания слешерного стола; 5 - пильные агрегаты слешера.

На рисунке 1 представлено схематическое, упрощенное изображение поточной раскряжевочной линии непрерывного действия с расставленными координатными системами. Представленная линия совершает следующие операции:

- сбрасывает хлысты на продольный ориентирующий транспортер при помощи сбрасывателя 1;
- ориентирует хлыст при помощи продольного ориентирующего транспортера 2 по одной из пил слешера 4;
- сбрасывает хлыст при помощи сбрасывателя 3 на слешер 4 с поперечным транспортером, который производит надвигание древесного хлыста на постав пил 5.

На рисунке 2 в аксонометрии изображена схема раскряжевочной установки с продольной подачей. Каждой позиции начала технологической операции присвоены координатные системы. При внимательном рассмотрении схемы можно заметить, что не указана базовая (старая) система координат. В данном случае мы пользуемся плавающей системой координат, т.е. каждый последующий хлыст получает свою начальную систему [3].

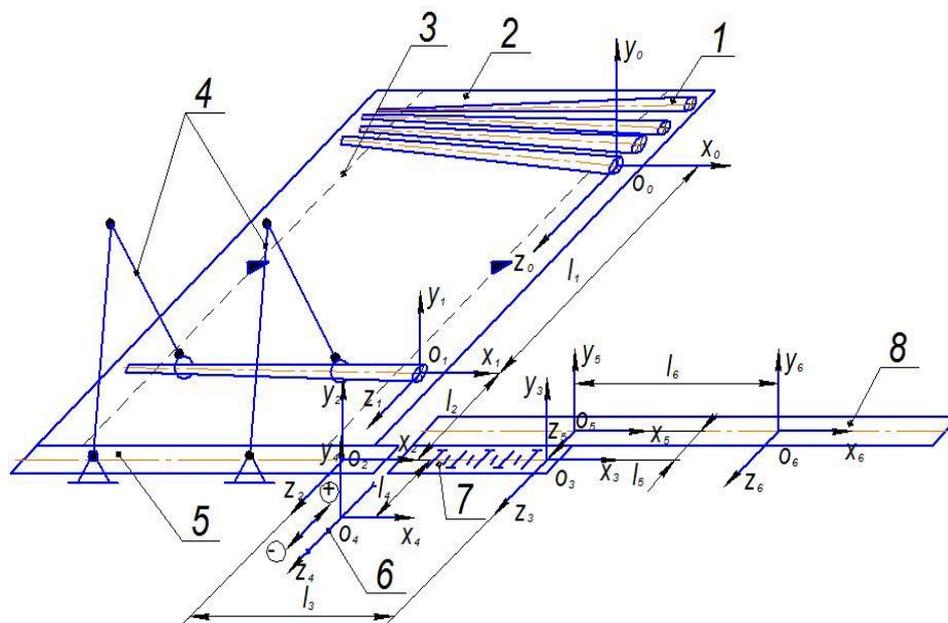


Рисунок 2. - Раскряжевочная установка с продольной подачей хлыстов .

1-пакет древесных хлыстов; 2-эстакада разгрузочно-растаскивающего устройства(РРУ) ; 3-рабочие ветви РРУ с индивидуальным приводом каждая;4-сдвоенный не поворотный гидроманипулятор (ГМ) для подачи древесных хлыстов на продольный транспортер надвигания 5; 6- раскряжевочная установка с дисковой пилой; 7-приемный с отмеривающим и сбрасывающим 7 устройствами; 8- транспортер подачи сортиментов на сортировочное устройство, например, на автоматизированный сортировочный транспортер.

На рисунке 3 представлен граф, совмещенный с координатными системами, которые указывают направления перемещений в реальном технологическом потоке. Вершины графа A_1 - A_8 соответствуют наименованию технологической операции:

- A_1 - разобшение пакета хлыстов;
- A_2 - подача хлыста на продольный транспортер;
- A_3 - подача хлыста на откомлевку;
- A_4 - надвигание пильного диска раскряжевочной установки на комель;
- A_5 - подача хлыста на длину сортимента;
- A_6 - сбрасывание сортимента на продольный транспортер удаления и зоны раскряжевки;
- A_7 – удаление сортимента из зоны раскряжевки;
- A_8 – перемещение сортимента к лесонакопителю.

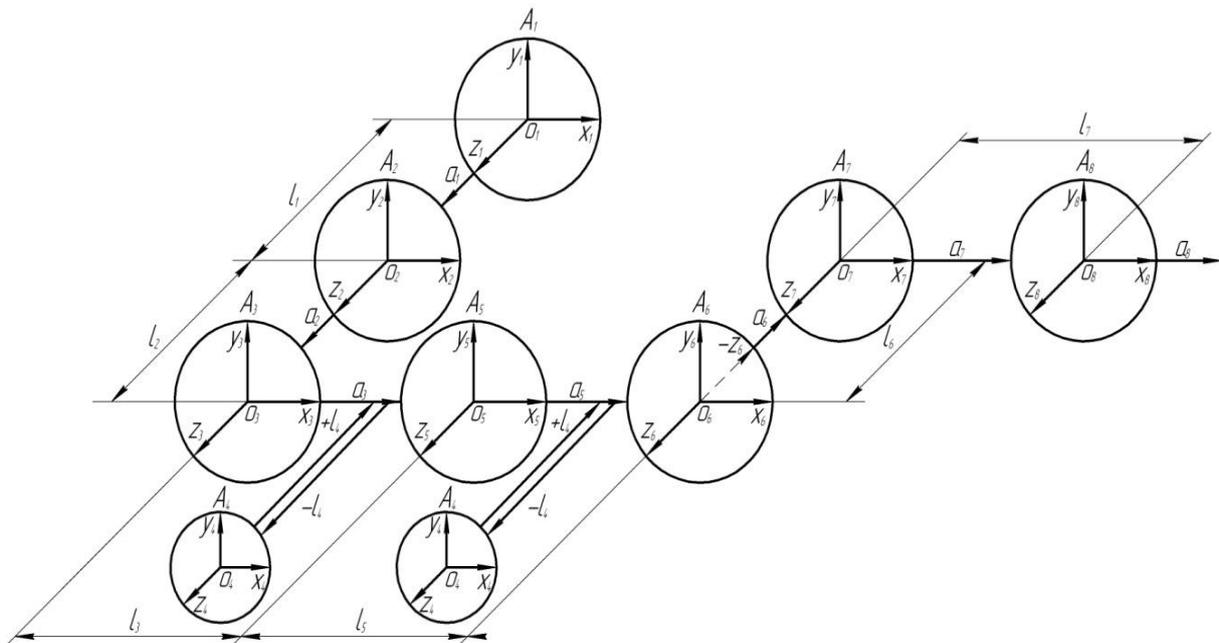


Рисунок 3. - Представление технологического процесса поточной линии для раскряжевки хлыстов с продольной подачей древесных хлыстов в виде графа совмещенного с координатными системами.

При этом видно (рис.3), что имеются особые вершины вне в общей структуре графа. Эти вершины соответствуют операции пиления, которая не участвует в переместительных операциях. Эта особенность должна быть отражена в аналитическом описании технологического процесса. Ребра графа A_1 - A_8 есть технологические перемещения (векторы), l_1 - l_8 – численные значения векторов A_1 - A_8 .

В ходе изучения литературных источников, были получены результаты, позволяющие подобрать метод отображения технологического процесса в зависимости от требований исследователя, поскольку точность моделирования зависит от подробностей рассмотрения технологического процесса. При этом следует отметить:

- при подробном рассмотрении технологических схем используется метод аксонометрического отображения структуры (рис.2) с последующим структурным анализом оборудования по функциональным признакам [1];
- предварительное рассмотрение технологического потока на работоспособность используется стилизованное изображение оборудования (рис.1) ;
- для простых технологических потоков в которых технологические перемещения преимущественно совершаются в одной плоскости - используются графы совмещенные с координатными системами (рис.3)

Библиографический список

1. V. Lozovoy, A. Nikonchuk and M. Nikonchuk Structural analysis and formalization of continuous flow technologies in timber harvesting. 2019 IOP Conf.

2. Воробьев, Е. И. Анализ кинематики пространственных исполнительных механизмов [Текст] / Е. И. Воробьев // Механика машин. – 1978. – Вып. 51. – С. 13-18.

3. Лозовой, В. А. Матричное преобразование координат применительно к структурному анализу раскряжевочных линий / В. А. Лозовой // Лесоэксплуатация: межвуз. сб. научн. тр. – Красноярск: СибГТУ, 1998. – С. 133-139.

УДК 691.115

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.А. Лхасаранов, к.т.н., доцент,
Л.А. Урханова, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», Ул. Ключевская, 40 В, Улан-Удэ, 670013, Российская Федерация
E-mail: solbon230187@mail.ru

В статье исследована возможность получения конструкционно-теплоизоляционного арболита класса по прочности В2 и плотностью в сухом состоянии 650 кг/м^3 с использованием портландцемента класса ЦЕМ I 32,5 Н, древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород, хлорида кальция и воды. Определены характеристики сырьевых материалов для получения конструкционно-теплоизоляционного арболита. Осуществлен расчет и подбор состава арболита с маркой по удобоукладываемости П1. Определена кинетика набора прочности и теплопроводность арболита.

Ключевые слова: арболит, цемент, древесная дробленка, химические добавки, состав арболита, прочность при сжатии, теплопроводность

COMPREHENSIVE USE OF WOOD RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF BURYATIA FOR PRODUCTION OF COMPOSITE MATERIALS

S.A. Lkhasaranov, Ph.D., Associate Professor,
L.A. Urkhanova, Doctor of Technical Sciences, Professor

East Siberia state university of technology and management
40 V, Kluchevskaya street, Ulan-Ude, 670013, Russian Federation

The article investigated the possibility of obtaining heat insulating wood concrete with dry density 650 kg/m^3 using Portland cement CEM I 32,5, wood chippings from sawmills and softwoods, calcium chloride and water. The characteristics of raw materials for obtaining structural and heat-insulating wood concrete are determined. Calculation and selection of the composition of wood concrete with a grade for workability P1. The kinetics of strength gain and thermal conductivity of wood concrete.

Keywords: wood concrete, cement, wood chips, chemical additives, wood concrete composition, compressive strength, thermal conductivity

Проблема утилизация древесных отходов достаточно остро стоит в Республике Бурятия. По статистическим данным на территории республики накопилось свыше 75 тыс. м³ древесных отходов.

К нетрадиционным строительным материалам можно отнести арболит, который до настоящего времени не получил широкого распространения в нашей стране, хотя строительство домов из арболита велось с середины XX века, и эти дома до сих пор находятся в хорошем эксплуатационном состоянии [1].

В СССР арболит получил распространение в 1960-ые годы XX века, в этот период были разработаны первые ГОСТы по производству арболита [2-4]. Ранее сходный по составу материал и технология его производства были разработаны в Голландии фирмой DURISOL в 1930-х гг. XX века и с тех пор завоевали широкую популярность в Европе, Канаде и США, где конструкции из арболита развиваются и широко применяются и в современности [1].

Объектом исследования является конструкционно-теплоизоляционный арболит - легкий бетон на древесной дробленке и цементном вяжущем.

Целью работы является возможность получения конструкционно-теплоизоляционного арболита класса по прочности В2 и плотностью в сухом состоянии 650 кг/м^3 с использованием портландцемента класса ЦЕМ I 32,5 Н, древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород, хлорида кальция в качестве добавки для нейтрализации водорастворимых редуцирующих веществ и воды.

В качестве заполнителя для арболитовой смеси была использована дробленка из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород древесины. Характеристики древесного заполнителя представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород древесины

Характеристика	Значение
Порода древесины	сосна
Плотность, г/см ³	0,64
Влажность, мас. %	50
Размер фракции, мм	2,5-5

Подбор состава арболита производился расчетно-экспериментальным методом по типовым таблицам [5, 6]. В результате подбора состава были получены следующие расходы компонентов арболита: цемент - 330 кг/м³, сухая дробленка - 220 кг/м³, вода - 360 л/м³, хлорид кальция - 8 кг/м³.

Для установления оптимального расхода цемента были изготовлены и испытаны три серии образцов с разным расходом цемента: одну с намеченным исходным расходом 330 кг/м³ и две дополнительные серии с расходом цемента на 15% меньше и больше принятого, т.е. 280 и 380 кг/м³.

Результаты определения прочности при сжатии образцов арболита приведены на рисунке 1.

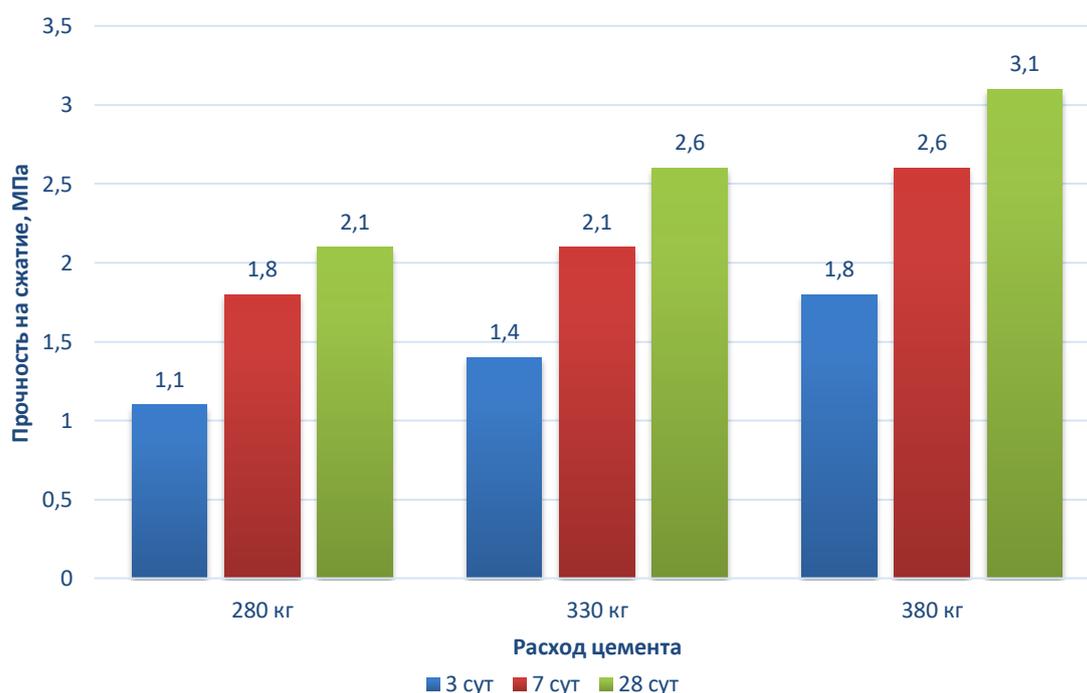


Рисунок 1 – Кинетика набора прочности арболита

Как показали результаты определения прочности арболита при расходе цемента 380 кг были получены результаты, удовлетворяющие показателям требуемой прочности для класса В2 по ГОСТ 18105-2010.

Важным показателем для материалов является коэффициент теплопроводности. Теплопроводность строительных материалов зависит от следующих факторов:

- физического состояния и строения, которые определяются фазовым состоянием вещества; степенью кристаллизации и размерами кристаллов; объемом пористости материала и характеристиками пористой структуры;
- химического состава и наличия примесей, которые особенно влияют на теплопроводность кристаллических тел;
- условий эксплуатации материала, которые определяются температурой, давлением, влажностью. На теплопроводность большое влияние оказывает вид

пористой структуры материала. Наличие в материале сплошного каркаса из твердого вещества облегчает прохождение теплового потока, отсутствие такового оказывает большое сопротивление передаче теплоты. Результаты определения теплопроводности арболита приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Определение показателей теплопроводности арболита

Расход цемента	Средняя плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности при 25 °С, Вт/(м*К)
280	550	0,09
330	600	0,10
380	650	0,13

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- определены характеристики сырьевых материалов для получения конструкционно-теплоизоляционного арболита класса по прочности В2 и плотностью в сухом состоянии 650 кг/м³;

- осуществлен расчет и подбор состава арболита с маркой по удобоукладываемости П1 и класса по прочности В2. Рекомендуемый состав арболита класса В2: цемент – 380 кг, дробленка из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород – 330 кг, хлорид кальция – 8 кг, вода – 380 л;

- определена кинетика набора прочности арболита и теплопроводность арболита.

Библиографический список

1. Амелин В.Ю., Фоминов В.В. АРБОЛИТ. ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10(17). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/10\(17\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/10(17).pdf) (дата обращения: 4.12.2019)

2. Рябченко В.Н., Горчаков В.Э., Кудрявцев А.А., Беленький Ю.С. Трехэтажный дом из арболита. / "Жилищное строительство", №2, 1979.

3. Бужевич Г.А., Щербаков А.С. Арболит повышенной прочности. В кн.: Технология и свойства новых видов легких бетонов на пористых заполнителях. М.: Стройиздат, 1971.

4. Арболит /Под. ред. Г.А.Бужевича. – М.: Стройиздат, 1968 – 243 с.

5. Рекомендации по проектированию и изготовлению изделий из арболита. – М.: НИИЖБ.1992.

УДК 674.812-41

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА БИОМАССЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ФАНЕРЫ

В.О. Манжула⁽¹⁾, студент,
И.В. Мутовин⁽²⁾, студент
А.И. Криворотова, научный руководитель

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация

⁽¹⁾ E-mail: v.manzhula@mail.ru

Представлены результаты исследования физико-механических характеристик комбинированной фанеры со средним слоем из стружек, коры и биомассы шишек хвойных пород древесины.

Ключевые слова: фанера, кора, стружка, прочность.

COMPLEX PROCESSING OF SOFTWOOD BIOMASS IN PLYWOOD PRODUCTION

V.O. Manzhula, a student of BDP 16-01
I.V. Mutovin, a student of MDT 19-01
A.I. Krivorotova, scientific supervisor

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: v.manzhula@mail.ru

The results of the study of physical and mechanical characteristics of combined plywood with an average layer of shavings, bark and biomass of coniferous wood cones are presented.

Keywords: plywood, bark, shavings, strength.

В комбинированной фанере наружные слои изготавливаются из лущеного шпона, а во внутренних могут быть использованы другие листовые или прессованные материалы. По внешнему виду такая фанера не уступает традиционной. По физико-механическим свойствам соответствует требованиям материалов для малоэтажного домостроения.

В качестве внутренних слоев чаще всего используют листы древесноволокнистых или древесностружечных плит. В данной работе предлагается использование для внутреннего слоя стружки хвойных пород древесины, измельченной коры хвойных пород древесины, измельченной биомассы шишек хвойных пород. Комбинирование слоев фанеры проводилось в соответствии со схемой представленной на рисунке 1.

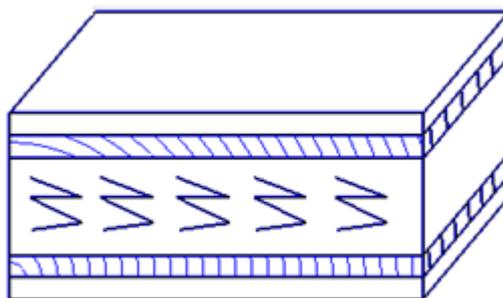
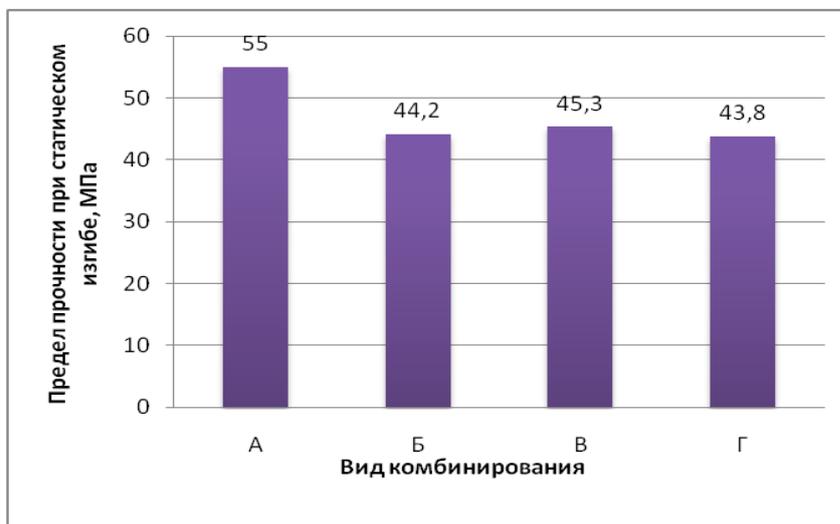


Рисунок 1 – Схема комбинированной пятислойной фанеры

Плотность полученных образцов при использовании стружки составила от 700 до 760 кг/м³, при использовании коры хвойных пород древесины от 750 до 820 кг/м³, при использовании биомассы шишек хвойных пород от 720 до 780 кг/м³.



А – пятислойная фанера общего назначения; Б – комбинированная фанера со средним слоем из стружки коры хвойных пород древесины; В – комбинированная фанера со средним слоем из стружки хвойных пород древесины; Г – комбинированная фанера со средним слоем из измельченной биомассы шишек хвойных пород.

Рисунок 2 – Предел прочности комбинированной фанеры при статическом изгибе

На рисунке 2 приведена сравнительная гистограмма прочности изготовленных образцов. Для сравнения также на гистограмме приведена прочность образцов пятислойной фанеры общего назначения в соответствии со стандартом. Как видно, наибольшая прочность при статическом изгибе наблюдается у образцов фанеры со средним слоем из стружки хвойных пород древесины. Наименьшая прочность наблюдается при использовании для комбинирования слоя из измельченной биомассы шишек хвойных пород.

На рисунке 3 представлена зависимость прочности при скалывании комбинированной фанеры по клеевому слою. Как видно из гистограммы все образцы комбинированной фанеры имеют значения меньше, чем требуются стандартом для фанеры общего назначения. Для комбинированной фанеры к прочности клевого слоя таких требований не предъявляется. Поэтому полученные значения можно считать достаточными.



А – пятислойная фанера общего назначения; Б – комбинированная фанера со средним слоем из стружки коры хвойных пород древесины; В – комбинированная фанера со средним слоем из стружки хвойных пород древесины; Г – комбинированная фанера со средним слоем из измельченной биомассы шишек хвойных пород.

Рисунок 3 – Предел прочности при скалывании по клеевому слою

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1 Использование измельченной коры и шишек для производства комбинированной фанеры позволит более комплексно перерабатывать биомассу древесины;

2 Физико-механические свойства комбинированной фанеры имеют достаточно высокие показатели для использования ее в строительстве и других отраслях промышленности;

3 Комбинированная фанера с использованием для комбинирования слоев на основе измельченной коры обладает лучшими физико-механическими характеристиками в сравнении с фанерой комбинированной стружкой. Это связано с более плотным прилеганием частиц коры к шпону и к друг другу, меньшей плотностью коры и как следствие более высокой упрессовкой и плотностью полученной фанеры.

Библиографический список

1. Угрюмов С.А. Исследование свойств композиционной фанеры с внутренним слоем из древесной стружки / С.А. Угрюмов // Вестник КГТУ: Периодический научный журнал. –Кострома: КГТУ, 2005. -№11. –с.110-111.
2. Свешников А.С. Технологические особенности производства композиционной фанеры / А.С. Свешников, С.А. Угрюмов // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: материалы международной научно-технической конференции. –Кострома: КГТУ. 2012. – с. 126-127.
3. Угрюмов С.А. Экспериментальное исследование прочностных характеристик композиционной фанеры / С.А. Угрюмов, А.С. Свешников // Лес-2011: сборник научных трудов по итогам XII международной научно-технической интернет-конференции. –Брянск: БГИТА, 2011. –Выпуск 29. – с. 139-142.
4. Корявская А.Е. Разработка и обоснование режимов изготовления комбинированной фанеры с внутренними слоями из отходов окорки / Корявская А.Е., Усольцев О.А., Ладин И.А. // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием). Сборник статей студентов, аспирантов и молодых ученых. - Красноярск : СибГТУ , Том 1, 2016. – 274 с.

УДК 647.8-036.61.8

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.Е. Митрофанов, магистрант
Е.В. Микрюкова, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола
E-mail: foot-vova-match@mail.ru

В статье представлены результаты обзора комплексного использования отходов фанерного производства.

Ключевые слова: древесина, сырье, фанера, обрезки фанеры, фанерная панель.

COMPREHENSIVE USE OF PLYWOOD PRODUCTION WASTE

V.E. Mitrofanov, undergraduate
E.V. Mikryukova, Ph.D., Associate Professor

FSBEI of HE "Volga State Technological University", Yoshkar-Ola
E-mail: foot-vova-match@mail.ru

The article presents the results of a review of the integrated use of plywood waste.

Key words: wood, raw materials, plywood, plywood trimmings, plywood panel.

В настоящее время древесина служит сырьем для выработки более двадцати тысяч продуктов и изделий для народного хозяйства, и промышленности. В процессе производства изделий из древесины неизбежно образуются отходы, которые отличаются друг от друга в зависимости от производства. К отходам фанерного производства относятся такие отходы как: опилки, шпон рванина, кора, древесная пыль, карандаши от лущения чураков, отходы от форматной обрезки фанеры, а также низкокачественная древесина [1].

На предприятиях фанерного производства большая часть вышеописанных отходов и низкокачественной древесины используется в качестве топлива, чаще в всего в виде дров, что является наименее эффективным методом переработки древесного сырья и отходов. Так, например, низкокачественную и тонкомерную древесину измельчают и используют в плитном производстве, что безусловно является эффективным решением для переработки низкокачественной древесины [2].

Такой вид отходов как кора используется в качестве удобрения измельчаясь в корорубках, а затем доизмельчается в молотковых мельницах и складировать на бетонных площадках периодически пересыпая ее. В результате химической реакции образуется компост богатый различными питательными веществами Подобным опытом переработки коры обладают такие предприятия как, Костромской фанерный комбинат [3].

Также обрезки круглых лесоматериалов, отходы лущения в виде карандашей используются для производства древесного угля в углевыжигательных печах что позволяет эффективно переработать древесные отходы в дополнительную продукцию и повысить уровень комплексного использования древесины, причем данный метод хорош и для мелких обрезков пиломатериала, так как при наличии дополнительных углепрессовальных машин возможно и производство прессованного угля. Данный метод является одним из самых эффективных вариантов использования древесины и древесных отходов в виде топлива так, как получаемый уголь имеет большую температуру и время горения по сравнению с дровами. Подобным опытом обладают такие предприятия как ООО «ИнвестФорэст».

Такой вид отходов, как обрезки от форматной обработки фанеры на данный момент никак не используются и не перерабатываются. В большинстве случаев данный вид отходов складировать на полигонах или же сжигается.

Известен метод переработки отходов от форматной обрезки фанеры в качестве основы внутренних слоев фанерной панели, где внешние слои состоят из листов лущеного шпона, а внутренние слои из реек, уложенных на некотором расстоянии друг от друга, данный метод является весьма эффективным, так как перерабатываются отходы непригодные ранее к

производству продукции. По данному методу были получены два патента на полезную модель (№ 178646 и 179234) [4,5].

На большинстве фанерных предприятий России отходы древесины и низкокачественное древесное сырье не перерабатываются, в лучшем случае используются в качестве топлива, но также существуют и примеры передовых производств осуществляющих комплексную переработку сырья с высокой эффективностью, производя компост из коры, уголь из обрезков, древесностружечные плиты из низкокачественной древесины.

Наиболее перспективным на наш взгляд направлением использования отходов фанерного производства является переработка их на другие виды продукции в виде конструкционных материалов (например, фанерные панели и брусья), используя при этом как отходы форматной обрезки фанеры, так и отходы шпона. Такие технологии позволят увеличить коэффициент комплексного использования сырья без существенного изменения технологического процесса.

Библиографический список

1. Комплексное использование древесины [Электронный ресурс] / Уральский государственный лесотехнический университет 2018. URL: <https://studfile.net/preview/6888757/page:21/> (дата обращения 29.02.2020)
2. Куницкая О. А. Обработка низкотоварной древесины на комплексных лесопромышленных предприятиях [Текст] / О. А. Куницкая // ЛесПромИнформ № 1 (115) 2016. – С. 15-26.
3. Волынский В. Н. Переработка и использование древесной коры. [Текст] // ЛесПромИнформ № 2 (84) 2012. – С. 27-34.
4. Патент № RU 178646 U1, МПК В27D 1/06. Фанерная панель/ С. А. Угрюмов, В. Е. Митрофанов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», заявл. 19.12.2017 опубл. 16.04.2018 Бюл №11.
5. Патент № RU 179234 U1, МПК В27D 1/06. Фанерная панель/ С. А. Угрюмов, В. Е. Митрофанов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», заявл. 18.12.2017 опубл. 7.05.2018 Бюл №13.

УДК 630.37:628.517.2

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

В.В. Морозов⁽¹⁾, студент гр. ББТВ16-01
В.А. Морозов⁽¹⁾, старший преподаватель кафедры АТТМ, ИЛТ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
им. академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049,
Российская Федерация
(¹)E-mail: Morozov_Vitalya@mail.ru

Цель работы – предложить пути снижения шумовых характеристик до нормативных значений при проведении лесозаготовительных работ на трелёвочном тракторе. Основные первичные источники шума на тракторах – это силовая установка с вспомогательными агрегатами, трансмиссия и подвеска, взаимодействие между двигателем машины и поверхностью грунта (шум движения), потоки воздуха, обтекающие внешние контуры трактора (аэродинамический шум). Вторичным источником шума может быть сама кабина.

Ключевые слова: шум, защита, звукопоглощение, шумоизоляция, лесозаготовительный трактор.

WAYS TO REDUCE THE NOISE IMPACT OF CARRYING OUT LOGGING WORKS

V.V. Morozov, a student of BBTV16-01

V.A. Morozov, Senior Lecturer Assoc. Department ATTM, ILT

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: Morozov_Vitalya@mail.ru

The purpose of the work is to propose ways to reduce noise characteristics to standard values when carrying out logging operations on a skidder. The main primary sources of noise on tractors are a power plant with auxiliary units, transmission and suspension, the interaction between the vehicle propulsion and the ground surface (traffic noise), air flows flowing around the external contours of the tractor (aerodynamic noise). The secondary source of noise may be the cab itself.

Keywords: noise, protection, sound absorption, sound insulation, forestry tractor

Шум различной интенсивности возникает в процессе работы большинства отечественных лесозаготовительных машин и тракторов и является причиной быстрой утомляемости и снижения работоспособности операторов.

Шум может спровоцировать стрессовую ситуацию, вызывая довольно сложные изменения в нервной системе человека. Вредное воздействие на организм тракториста вызывает повышенную утомляемость, снижение производительности труда и качества выполняемых работ, а длительное

непрерывное воздействие на организм может привести к хроническим заболеваниям, которые принято называть профессиональной болезнью, потере слуха и инвалидности. В настоящее время требования, предъявляемые к шуму, возникающему при работе трактора, ужесточены. ГОСТом 12.1.003-2014 ССБТ и СанПиНом 2.-96 установлены допустимые уровни звукового давления внутри кабины трактора [6].

Существуют следующие способы снижения шума: оборудование шумоизолированными кабинами, ограждение двигателей капотами с улучшенными звукоизолирующими и звукопоглощающими свойствами. Используются более эффективные глушители шума выхлопа и всасывания.

Уровень шума, производимого только что выпущенным с конвейера сборки трактором, близок к нормативному почти во всех октавных полосах.

Но с возрастанием срока службы шум тракторов усиливается, что вызвано увеличением зазоров, появлением люфтов вследствие износа, повышением шумности двигателя.

В настоящее время недостаточно исследований, направленных на обоснование параметров и выбор материалов для снижения уровня шума энергонасыщенных тракторов. Вследствие этого возможности тракторов по производительности не могут быть реализованы в полном объёме из-за шумового воздействия на тракториста; кроме того, возможны отдалённые негативные последствия для его здоровья.

Шумоизоляцию и шумозащиту изучали Д.А. Куклин, А.В. Наумов, В.В. Шеховцов, М.Н. Шапров и многие другие учёные. Анализ существующих исследований показал, что наиболее распространёнными конструкциями для снижения шума на пути его прохождения являются звукоизолирующие капоты на двигатель внутреннего сгорания и шумоизоляция кабины [1], [2], [3], [4].

В последнее время для снижения шума находят применение акустические экраны. Исследования позволили создать конструкцию акустического экрана для многих тракторов, выполненного из стального листа и двух минераловатных плит. Эффективность такого экрана, установленного между источником шума аэродинамического происхождения и кабиной, составила -20 дБ от реального звукового давления [3].

Звукоизолирующая эффективность ограждения может быть повышена путём увеличения толщины панели, коэффициента поглощения и коэффициента механических потерь панели ограждения, определяющего поглощение энергии колебаний. Эффективная шумоизоляция металлического кожуха возможна только при большой его толщине, обеспечить которую сложно из-за увеличения металлоёмкости. Поэтому основным направлением является создание звукоизолирующей облицовки.

Теоретические исследования учёных, изучавших этот вопрос, показали, что уменьшение величины звукового давления, излучаемого двигателем, достигается увеличением плотности материала стенок ограждения, их волновой толщины и геометрических размеров ограждения, например капота, кабины, обеспечивающие максимальную шумоизоляцию на данной частоте. Однако

добиться звукоизоляции, в широком диапазоне частот, применяя один или два материала невозможно [3], [4].

Для снижения уровня шума мы предлагаем оборудовать основной металлический кожух комбинированной облицовкой из нескольких материалов, каждый из которых эффективно работает в определённом диапазоне частот, а в целом перекрывают весь спектр шумоизлучения работающего двигателя, а также увеличить звукопоглощение самой кабины путём применения в облицовке её современных многослойных и многокомпонентных материалов. Это необходимо сделать, несмотря на некоторое увеличение массы трактора и соответственно увеличение стоимостных показателей.

Библиографический список

1. Шапров М.Н., Мартынов И.С. Способы повышения комфортности работы механизаторов за счет снижения шума в кабине трактора // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2013. №1. С. 18-22;
2. Ляшенко М.В., Победин А.В., Шеховцов В.В., Долотов А.А., Искалиев А.И., Соломатин А.В. Формирование воздушного шума в кабине трактора К-700а // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-11. – С. 2386-2391;
3. Наумов, А. В. Оценка уровня шума на рабочем месте трактора К-701 / , // Вавиловские чтения – 2009 : матер. междунар. науч.-практич. конф. – Саратов : КУБиК, 2009. – С. 321–322 (0,2/0,1);
4. Наумов, А. В. Исследование уровня шума в кабине трактора К-701/ , // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. . – 2010. – № 1. – С. 49–52 (0,5/0,25);
5. СН 2.2.4/2.8.562-96 “Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки”;
6. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» (ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности»);
7. ГОСТ Р 53188.1-2008;
8. ГОСТ 12.1.050-86. ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах (взамен ГОСТ 20445-75).

УДК 630.377.44:628.517.2:613.164

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОПЕРАТОРОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ТРАКТОРОВ

В.В. Морозов⁽¹⁾, студент гр. ББТВ16-01

В.А. Морозов⁽¹⁾, старший преподаватель кафедры АТТМ, ИЛТ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева»

Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация ⁽¹⁾

E-mail: Morozov_Vitalya@mail.ru

Цель работы – предложить пути снижения шумовых воздействия на операторов лесозаготовительных тракторов до нормативных значений при проведении лесозаготовительных работ. Основные первичные источники шума на тракторах – это силовая установка с вспомогательными агрегатами, трансмиссия и подвеска, взаимодействие между двигателем машины и поверхностью грунта (шум движения), потоки воздуха, обтекающие внешние контуры трактора (аэродинамический шум). Вторичным источником шума может быть сама кабина.

Ключевые слова: шум, защита, звукопоглощение, шумоизоляция, трелёвочный трактор.

REDUCING NOISE IMPACT ON FORESTRY TRACTOR OPERATORS

V.V. Morozov, a student of BBTV16-01

V.A. Morozov, Senior Lecturer Assoc. Department ATTM, ILT

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev

82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

E-mail: Morozov_Vitalya@mail.ru

The purpose of the work is to propose ways to reduce noise impacts on operators of forestry tractors to standard values during forestry operations. The main primary sources of noise on tractors are a power plant with auxiliary units, transmission and suspension, the interaction between the vehicle propulsion and the ground surface (traffic noise), air flows flowing around the external contours of the tractor (aerodynamic noise). The secondary source of noise may be the cab itself.

Keywords: noise, protection, sound absorption, sound insulation, skidder.

У лесозаготовительных тракторов основной источник шума – работающий двигатель, который во всех машинах, кроме одноместных, расположен внутри кабины. Шум образуется также в результате работы коробки передач, движения гусеничного хода, вибрации кабины и её отдельных частей. Уровень шума в кабинах лесозаготовительных тракторов зависит от технического состояния трактора, скорости движения, рельефа местности, состояния пути (волока) и т. д. Уровень звука в кабинах всех лесозаготовительных тракторов весьма значителен. Наиболее высок он в тракторах с двухместной кабиной. В тракторах с одноместной кабиной шум снижен благодаря выделению двигателя из кабины, а также в результате установки новых по своей шумовой характеристике типа двигателей и звукоизоляции внутри кабины. Однако и в этих машинах он превышает допустимый уровень (85 дБ). Шум двигателя с увеличением числа оборотов

увеличивается. Одновременно с этим, а также при увеличении скорости движения возрастает звуковая вибрация панелей кабины.

Шум в кабинах большинства тракторов имеет широкий спектр с преобладанием звука в области низких частот. Максимум звуковой энергии располагается преимущественно в области 125 Гц., хотя высокий уровень шума отмечается и в области средних и высоких частот (до 2000 Гц). Практически превышение допустимого уровня шума в кабинах лесозаготовительных тракторов составляет 25-30 дБ. Несколько отличается частотный спектр нового лесозаготовительного трактора ТТ-4М. Новый тип двигателя, установленный на этом тракторе, создаёт шум со значительным преобладанием звукового максимума в высокочастотной части спектра, а именно в области 1000 Гц, и превышение допустимого уровня шума в кабине составляет 14-16 дБ. Таким образом, из всех трелёвочных тракторов у ТТ-4М уровни шума больше других приближаются к допустимым нормам.

Для примера рассмотрим трелёвочный трактор с гидроманипулятором ЛП-18К-2.

Трелёвочный трактор с гидроманипулятором ЛП-18К-2 базе лесопромышленного трелёвочного трактора МСН-10 (усовершенствованный аналог трактора ТТ-4М) на протяжении многих лет является одним из наиболее востребованных гусеничных тракторов в лесозаготовительной отрасли нашей страны.

В настоящее время недостаточно исследований, направленных на обоснование параметров и выбор материалов для снижения уровня шума энергонасыщенных тракторов типа ЛП-18К-2. Вследствие этого возможности трактора по производительности не могут быть реализованы в полном объёме из-за шумового воздействия на тракториста; кроме того, возможны отдаленные негативные последствия для его здоровья.

Уровни шума в кабине машиниста ЛП-18К-2 приведены в таблице 1.

Из таблицы мы видим что шум, производимый трактором, значительно превышает допустимые нормативные значения почти во всех октановых полосах.

Таблица 1 – Уровни шума в кабине машиниста ЛП-18К-2 (данные завода изготовителя).

Режим работы	Уровень звука, дБ	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Окна закрыты, вентилятор включён	83	98	96	85	85	85	80	73	62
Подъём груза	82	98	98	85	85	83	78	68	61
Опускание груза	78	95	93	81	79	81	73	63	59

	76	90	87	81	78	77	72	65	58
Движение с грузом	82	100	99	86	82	82	74	70	63
	84	98	97	87	86	85	79	74	66
Движение порожняком	84	101	96	91	87	83	78	72	64
	83	101	94	89	85	84	77	70	64
Нормативные уровни по ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ	85	99	92	86	83	80	78	76	74
Уровень звука звукового сигнала на расстоянии 1 м	118	-	-	-	-	-	-	-	-
Уровень звука звукового сигнала по ГОСТ 12.2.102-84	110	-	-	-	-	-	-	-	-
Внешний шум на расстоянии 7,5 м	82	-	-	-	-	-	-	-	-
Звуковой сигнал на расстоянии 7,5 м	92	-	-	-	-	-	-	-	-
Превышение уровня звука звукового сигнала над уровнем звука внешнего шума	10	-	-	-	-	-	-	-	-

Поэтому для снижения уровня шума мы предлагаем решить две проблемы:

- уменьшить амплитуду звука, производимого трансмиссией трактора («структурный» шум);
- уменьшить амплитуду звука, попадающего в кабину трактора вследствие определённой звукопроницаемости стенок («воздушный» шум).

Для уменьшения амплитуды «структурного» шума необходимо совершенствовать конструкцию самого трактора, двигателя с системой выпуска отработанных газов. Эту проблему невозможно решить силами лесозаготовительных предприятий. Поэтому она должна решаться ещё на стадии проектирования трактора силами конструкторских компаний, бюро.

Защита от «воздушного» шума обеспечивается использованием звукоизолирующих, звукопоглощающих многослойных и многокомпонентных материалов, устранением неплотностей, а также применением индивидуальных средств защиты (ИСЗ) слуха (наушники, беруши и т.д.). Защита от «воздушного» шума вполне реализуема силами собственной ремонтной базы лесозаготовительного предприятия.

Библиографический список

1. Ляшенко М.В., Победин А.В., Шеховцов В.В., Долотов А.А., Искалиев А.И., Соломатин А.В. Формирование воздушного шума в кабине трактора К-700а / Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-11. – С. 2386-2391;

2. Тракторы. Конструкция/ И.П. Ксенович, В.М. Шарипов, Л.Х. Арустамов и др.; Под общ. ред. И.П. Ксеновича, В.М. Шарипова. - М.: Машиностроение, 2000. - 821 с.

3. Устройство тракторов / В.М. Шарипов, К.И. Городецкий, А.П. Маринкин и др.; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 320 с.

4. Многоцелевые гусеничные и колёсные машины: Конструкция/ Г.И. Гладов, А.В. Вихров, В.В. Кувшинов, В.В. Павлов; Под ред. Г.И. Гладова. – М.: Транспорт, 2001. – 272 с.

5. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» (ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности»).

УДК 630.377.4:62-9:628.517

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЯ ШУМА В КАБИНЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ТРАКТОРА

В.В. Морозов⁽¹⁾, студент гр. ББТВ16-01

В.А. Морозов⁽¹⁾, старший преподаватель кафедры АТТМ, ИЛТ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049,
Российская Федерация ⁽¹⁾

E-mail: Morozov_Vitalya@mail.ru

Цель работы – рассмотреть конструктивные решения снижения шумовых воздействия на операторов лесозаготовительных тракторов до нормативных значений при проведении лесозаготовительных работ. Основные первичные источники шума на тракторах – это силовая установка с вспомогательными агрегатами, трансмиссия и подвеска, взаимодействие между двигателем машины и поверхностью грунта (шум движения), потоки воздуха, обтекающие внешние контуры трактора (аэродинамический шум). Вторичным источником шума может быть сама кабина. В статье рассматриваются в основном решения по уменьшению вибрационного и акустического шума (активные меры).

Ключевые слова: шум, защита, звукопоглощение, шумоизоляция, вибродемпфирование, вибропоглотители, трелёвочный трактор.

CONSTRUCTION SOLUTIONS TO REDUCE THE NOISE LEVEL IN THE CAB OF THE FOREST TRACTOR

V.V. Morozov, a student of BBTV16-01
V.A. Morozov, Senior Lecturer Assoc. Department ATTM, ILT

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev, 82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: Morozov_Vitalya@mail.ru

The purpose of the work is to consider constructive solutions to reduce noise impacts on operators of forestry tractors to standard values during forestry operations. The main primary sources of noise on tractors are a power plant with auxiliary units, transmission and suspension, the interaction between the vehicle propulsion and the ground surface (traffic noise), air flows flowing around the external contours of the tractor (aerodynamic noise). The secondary source of noise may be the cab itself. The article mainly discusses solutions to reduce vibration and acoustic noise (active measures).

Key words: noise, protection, sound absorption, noise isolation, vibration damping, vibration absorbers, skidder.

При выполнении технологических операций лесозаготовительных работ, тракторист-машинист испытывает постоянное и длительное негативное влияние шума, которое может вызвать перенапряжение клеток головного мозга и привести к истощению, утомляемости и к хроническим заболеваниям. Отрицательным эффектом данного процесса является нарушение выполняемого технологических операций.

Весь негатив от воздействия шума и вибрации на здоровье человека ощущается человеком не сразу, а по истечении некоторого срока, когда заболевание уже требует активного медикаментозного лечения.

За последние 30...40 лет требования, предъявляемые к шуму, излучаемому тракторами, были ужесточены [2]. Действующие в настоящее время нормы шума на рабочих местах СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах. Методические указания» [3] и ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» [4], регламентируют снижение уровня допустимого звукового давления с 90 дБ до 80 дБ.

По санитарным нормам, допустимым уровнем шума, который не наносит вреда слуху даже при длительном воздействии на слуховой аппарат, принято считать 55 децибел (дБ) [3, 4].

Сравнивая величину шума, производимого трактором, с ГОСТ, можно сделать вывод, что уровень шума в тракторах превышает допустимые нормы. Это свидетельствует о том, что следует разработать способы улучшения шумоизоляции тракторов [1].

В любом тракторе существует несколько источников шума. Эффективное снижение шума до среднего уровня получают при частичной ликвидации шума ограниченного числа доминирующих источников.

Дальнейшее уменьшение уровня шума трактора возможно только в результате обработки всех источников. Основные первичные источники шума на тракторах: силовая установка со вспомогательными системами, трансмиссия и подвеска, взаимодействие между двигателем машины и поверхностью грунта (шум движения), потоки воздуха, обтекающие внешние контуры трактора (аэродинамический шум). Вторичным источником шума может быть сама кабина. Различают два направления основных методов устранения шума на тракторах: уменьшение вибрационного и акустического шума (активные меры); уменьшение шума, проходящего от источника шума к органам слуха оператора (пассивные меры).

Активные меры снижения шума связаны с конструктивными изменениями силовых агрегатов (двигателя, трансмиссии) трактора. Разработка малошумных узлов и агрегатов – это наиболее перспективное направление снижения шума машин в целом. Но разработка новой конструкции, например, двигателя, связана с большими затратами.

Поэтому с экономической точки зрения целесообразны меры по уменьшению шума вновь проектируемого агрегата. Для модернизируемых машин целесообразно не перерабатывать все узлы агрегата, а изменять конструкцию лишь наиболее шумных его элементов.

Кабина оператора может быть вторичным источником шума. Кабина может обеспечить снижение уровня шума на рабочем месте оператора на 30 дБ. Но, если по компоновочным или другим причинам не удалось обеспечить установочных нормативов по уровню шума на рабочем месте, акустические характеристики кабины можно улучшить с помощью следующих мер: увеличить толщину металлического листа нижней части передней стенки кабины в зоне установки педалей (подвесных) или установить в этой зоне двойные листы меньшей толщины; усилить жёсткость передних и боковых стоек, а также крепления стёкол между стойками и крышей. Основная шумопередающая поверхность в кабине пол. Поэтому необходимо герметизировать пол, изолировать его и размещённые на нём органы управления от рамы или остова, покрыть шумопоглощающим ковриком из тяжёлой и плотной резины. Уровень шума на рабочем месте оператора существенно зависит от наклона стенок кабины. Следует избегать строго параллельных поверхностей панелей. Клапаны гидросистемы высокого давления, необходимо устанавливать за пределами кабины и желательно под герметичными кожухами.

К основным мероприятиям по пассивной шумозащите относят ослабление шума, передающегося посредством твёрдых сред, звукоизоляцию, вибродемпфирование и звукопоглощение.

Для ослабления шума, передающегося через твёрдые среды, используют эластичные элементы, например, между источником шума и конструкцией, к которой он распространяется. Передача вибрационной энергии через эластичные прокладки и опоры зависит от динамической жёсткости материала, а также условий работы его в верхней и нижней частях эластичного элемента. Эффективность упругих элементов зависит от их формы, размеров, материала,

направления и значения напряжений, температуры и других факторов. Звукоизоляция необходима для ослабления передачи шума в воздушной среде. Для этого устанавливают препятствия между источником шума и участком, куда его проникновение нежелательно. Для звукоизоляции используют защитные экраны, переборки, стенки и т. п.

Конструктивное решение фирмы «Итальяна Келлер» для звукоизоляции рекомендует использовать тонкую листовую сталь с многослойным противозвучным звукоизолирующим комплексом, состоящим из одного слоя гибкого материала с малым модулем упругости на сжатие и одного слоя гибкого непористого тяжёлого материала, обладающего шумозащитными свойствами.

Вибродемпфирование применяют для ослабления вторичных вибраций в кабине трактора посредством преобразования их энергии в тепло. Для этой цели применяют вязкоупругие материалы, имеющие в своей структуре макромолекулы, благодаря которым увеличивается коэффициент внутреннего трения. Эти материалы наносят на стальную панель или другую подложку, которые и обеспечивают им необходимые механические свойства. Слой вибродемпфирующего материала можно наносить как на одну сторону материала подложки, так и между двумя стальными листами или упрочняющим внешним слоем.

Звукопоглощение направлено на ослабление отражения звуковых волн от поверхности в результате рассеивания акустической энергии за счёт процессов внутреннего трения. С этой целью используют пористые прокладки, устанавливаемые на металлических поверхностях, перед воздушной полостью; пористые прокладки с перфорированным защитным слоем; вибропоглощающие пластины или мембранные резонаторы; объёмные резонаторы. Эффективную звукопоглощающую поверхность в кабинах представляют находящиеся в них коврики, обивка, сиденье.

Штампованные элементы кабин из жестких пластиков обычно работают как резонаторы, усиливая звук. Для снижения влияния шума в таких случаях применяют различные шумопоглощающие материалы.

Один из наиболее распространённых шумопоглощающих материалов – вспененная масса с закрытоячеистой структурой. Общая пористость должна составлять не менее 75 % по объёму. Для уменьшения действия шума, поглощающие и вибродемпфирующие материалы часто устанавливают с воздушной прослойкой между защищаемой поверхностью и панелью с покрытием. Воздушный зазор принимают равным 25...100 мм. При увеличении зазора до 100 мм коэффициент звукопоглощения возрастает в 2...3 раза.

Конструктивное решение фирмы «Саме» (Италия) рекомендует покрывать потолок, крылья и заднюю панель кабин тракторов пенополиуретановой обивкой и дублированной перфорированной пленкой. Толщина обивки на потолке около 20 мм, на остальных панелях около 10 мм. Кроме того, на потолке между материалом и панелью крыши предусмотрен воздушный зазор (20 мм) для повышения звукопоглощающей способности конструкции. На пол кабины укладывается резиновый коврик, дублированный

искусственным войлоком толщиной 10 мм. С одной стороны войлок закрыт слоем вспененного поливинилхлорида или полиэтилена толщиной 3 мм.

Конструктивное решение фирмы «МБ Трак» (ФРГ) рекомендует покрывать потолок пенополиуретаном толщиной 50 мм., стенки кабины – 50-миллиметровым пенополиуретаном с ребристой декоративной поверхностью. На пол кабины укладывается коврик, выполненный из резины в сочетании со звукоизолирующим материалом – вспененным поливинилхлоридом или полиэтиленом [6].

Шумозащитные материалы крепятся к панелям различными способами. Наиболее широко применяют соединение с помощью клея. Широко используют механические крепёжные элементы (упругие пистоны, шпильки с упругими наконечниками, пружинные скобы, защёлки и т. п.). Использование упругих элементов позволяет снизить требование к точности выполнения отдельных элементов узла крепления и повысить технологичность этой операции. Для крепления обшивок и шумозащитных панелей применяют также заклёпки (в том числе и термопластические), кулачковые зажимы, крючки. Крепление вибродемпфирующих материалов возможно и с использованием магнитных сил за счёт введения в состав материалов магнитных наполнителей. Новое направление в акустическом благоустройстве кабин – применение формованных шумозащитных конструкций. Такие конструкции крепят на панелях кабины винтами, зажимами, защёлками и т. п. Это крепление более надёжно, чем на клей или липкую основу, так как со временем клеевой слой может утратить скрепляющие свойства. Тогда панель станет вторичным источником шума. Применение защёлок, зажимов и подобных элементов позволяет периодически очищать и ремонтировать панели [6].

Кабины практически всех новых тракторов устанавливаются на остовах или раме трактора через виброизоляторы. Определённый эффект по снижению шума даёт и установка панорамных стекол. Так, установка переднего и заднего панорамного стекла в кабинах трактора фирмы «Вольво» привела к снижению уровня шума на 3 дБ по сравнению с установкой плоских стекол. Эффективное шумозащитное покрытие и конструктивное исполнение трактора и самой кабины (полное отделение её от моторного отсека, подвесные педали, жёсткость конструкции кабины, виброизоляция) обеспечили снижение уровня шума от всех источников до 50 %. Для уменьшения уровня шума снаружи и внутри кабины двигатель экранируют или закрывают капотом. Задняя стенка капота отделяется от передней стенки кабины воздушной прослойкой и имеет с внутренней стороны полимерное напыление. Общая толщина ограждения капота 3...3,5 мм.

Наиболее оптимальным техническим решением является снижение уровня шума в тракторе при помощи шумоизоляции кабины и двигателя. Улучшение шумоизоляции заключается в применении вибро- и шумопоглощающих материалов, уплотнителей и прочих шумоизолирующих материалов.

Вибропоглотители – это специальные материалы, наклеиваемые на металлические покрытия кабины, которые поглощают вибрации и

способствуют уменьшению распространения разного рода посторонних звуков. Примеры вибропоглощительных материалов: Визомаст, Бимаст («стандарт», «супер»), Вибропласт («Gold», «Silver»).

Звукопоглотители предназначаются для изоляции кабины от внутренних (двигатель, выхлопная система) и внешних шумов. Обычно устанавливаются вторым слоем, после вибропоглощающего материала. Некоторые виды материалов: Сплэн, Акцент, Битопласт 10, Барьер, Вибротон ПБ-С/РС 10.

Уплотнители блокируют шумы и скрипы, которые происходят из-за трения и дребезжания деталей. Еще одним преимуществом таких материалов является препятствие попаданию грязи и пыли в стыки между деталями. Например, Маделин и ленты Битопласт 5. Вибропоглотители наносятся первым слоем, они снижают амплитуду колебаний металлических, либо пластиковых панелей и таким образом гасят вибрации. Звукопоглотители наносятся вторым слоем, они способствуют поглощению звуковых волн, и таким способом убирают различные шумы и предназначены для отражения звуковых и тепловых волн. Уплотнители используются для полного или частичного устранения скрипов, возникающих при соприкосновении твёрдых материалов друг с другом [5].

Библиографический список

1. Шапров, М.Н. Способы повышения комфортности работы механизаторов за счет снижения шума в кабине трактора [Текст] / М. Н. Шапров, И. С. Мартынов. – Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия: Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – №3 (23). – С. 206-212: 2 рис. – Библиогр.: с. 212 (3 назв.). – ISSN 2071-9485
2. Производственный шум. [Текст] / электронный. – URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnostzhiznedeyatelnosti/roizvodstvennyushum.html>. – (дата обращения 10.03.2020).
3. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. [Электронный ресурс]. – Утверждены и введены в действие постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 36. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/4174553/>
4. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – Введ. 2015-11-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606>
5. Исследование влияния шума в кабине трактора на реакцию тракториста-машиниста. [Текст] / электронный. – URL: <http://postulat.ru/index.php/Postulat/article/viewFile/205/218>. – (дата обращения 10.03.2020).

6. Конструктивные решения по снижению шума в кабине. [Текст] / электронный. – URL: <http://ga-avto.ru/kabinytraktora/16.html>. – (дата обращения 10.03.2020).

УДК 658.7:630.78

**АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОСТАВОК ЛЕСОПРОДУКЦИИ
С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ОТРАСЛИ**

О.В. Нечаева, студент,
И.М. Еналеева-Бандура, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика
М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: nehaeva1998@icloud.com

В статье произведен сравнительный анализ основных математических моделей транспортно-технологического процесса поставок лесопродукции, на основании результатов исследования выявлена необходимость разработки комплексной модели организационно-технологического функционирования обозначенного процесса с учетом отраслевых особенностей лесных проектов.

Ключевые слова: лесопродукция, модель, транспортно-технологический процесс, оптимизация.

**ANALYSIS OF THE BASIC METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE
MATHEMATICAL MODELING OF THE TRANSPORT AND
TECHNOLOGICAL PROCESS OF DELIVERY OF FORESTRY PRODUCTS
TAKING INTO ACCOUNT SPECIFICITY OF THE INDUSTRY**

O.V. Nechaeva, student,
I. M. Enaleeva-bandura, Ph. D., associate professor

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev Russian Federation, 660037, Krasnoyarsk, Mira Ave., 82
E-mail: nehaeva1998@icloud.com

The article provides a comparative analysis of the basic mathematical models of the transport and technological process of supplying forest products, based on the results of the study, the need to develop a comprehensive model of the organizational and technological functioning of the designated process taking into account industry characteristics of forest projects.

Keywords: forest products, model, transport and technological process, optimization.

В связи с тем, что транспортно-технологический процесс лесозаготовительного предприятия включает в себя множество трудно формализуемых звеньев и связей, для его исследования часто применяют различные описательные модели. Связано это с тем, что на принятие решения о перемещении лесных грузов, существенно влияют множество неопределенностей и случайных факторов, такие как сезонность, виды транспортных средств, колебание запасов лесопродукции, цен и тарифов. В области оптимизации транспортно-технологического процесса представлено множество различных математических моделей описывающих транспортный процесс. [5]

С учетом вышеизложенного становится очевидным, что перед специалистами лесной отрасли встает вопрос, какая из моделей, предложенных в научной литературе [1-5], наиболее точно описывает функционирование транспортно-технологического процесса. Это обстоятельство определяет актуальность исследования, направленного на поиск наиболее эффективной модели процесса поставок лесопродукции. Наиболее распространенные модели приведены в таблице.

Таблица - Основные математические модели транспортно-технологического процесса

Автор	Целевая функция и ее ограничения	Значения показателей
-------	----------------------------------	----------------------

<p>Глот ов В.В</p>	$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^r C_{yk} T_{yk} + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^r \sum_{t=i+1}^{p+1} C_{iyk} T_{iyk} +$ $+ \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^r C_{ik} Z_{ik} \rightarrow \min$ <p>Ограничения:</p> $1. \sum_{j=0}^{j-1} L_{yk} + T_{yk} + \sum_{i=i+1}^{p+1} Z_{yk} = B_{yk},$ $i = 1, 2, \dots, p; j = 1, 2, \dots, q; k = 1, 2, \dots, r$ $2. L_{j-1,k} + \sum_{j=1}^q T_{yk} - Z_k = B_k,$ $i = 1, 2, \dots, p+1; k = 1, 2, \dots, r$ $3. \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^r A_{yk} T_{yk} \leq B_i, i = 1, 2, \dots, p$ $T_{yk} \geq 0, Z_{yk} \geq 0, Z_k \geq 0$	<p>T_{yk} - вывозка k-го сорта древесины к предприятию в i-ый период с площадки j-го района;</p> <p>Z_{yk} - хранение k-го сорта древесины на площадке у автомобильной дороги j-го района в продолжение периода времени от i до t ($t > i; t=1, 2, \dots, p+1$);</p> <p>$Z_k$ - хранение k-го сорта древесины на предприятии в продолжение периода времени от i до $i+1$ периода;</p> <p>B_{yk} - ресурсы древесины k-го сорта на площадке у автомобильной дороги j-го района в продолжение периода k;</p> <p>B_k - использование предприятием древесины сорта i в продолжение периода k;</p> <p>B_i - наличие транспортных средств для вывозки древесины (парка грузовых автомобилей);</p> <p>A_{yk} - количество грузовых машин, используемых для вывозки единицы древесины сорта k от площади района j до предприятия (нижнего склада) в i-ый период времени;</p> <p>C_{yk} - затраты на перевозку древесины сорта k из района j в период времени i;</p> <p>C_{iyk} - затраты на хранение древесины сорта k в районе j в период времени $i-t$ на площадке у автомобильной дороги;</p> <p>C_{ik} - затраты на хранение древесины сорта k на предприятии в период времени i.</p>
<p>Губа нов В.А. , Заха ров В.В. и др</p>	$R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} u_{ij} \rightarrow \min$ <p>Ограничения:</p> $\sum_{i=1}^m Q_i = \sum_{j=1}^n V_j$	$\sum_{j=1}^n u_{ij} = Q_i, i = 1, 2, \dots, m;$ $\sum_{j=1}^n u_{ij} = V_j, j = 1, 2, \dots, n.$

<p>Коваленко Т.В., Климушев Н.К.</p>	$F = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{4m} C_{ik} X_{ik} + \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^{4p} C_{il} X_{il} + \sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^{4d} C_{ir} X_{ir} +$ $+ \sum_{k=1}^{4m} \sum_{l=1}^{4p} C_{kl} X_{kl} + \sum_{k=1}^{4m} \sum_{r=1}^{4d} C_{kr} X_{kr} + \sum_{k=1}^{4m} \sum_{j=1}^{4n} C_{kj} X_{kj} +$ $+ \sum_{l=1}^{4p} \sum_{r=1}^{4d} C_{lr} X_{lr} + \sum_{l=1}^{4p} \sum_{j=1}^{4n} C_{lj} X_{lj} + \sum_{r=1}^{4d} \sum_{j=1}^{4n} C_{rj} X_{rj} \rightarrow \min$ <p>Ограничения:</p> $1. \sum_{i=1}^m a_i + \sum_{k=1}^{4m} q_k + \sum_{l=1}^{4p} S_l + \sum_{r=1}^{4d} N_r > \sum_{j=1}^{4n} b_j$ $2. \sum_{i=1}^m x_{ij} + \sum_{k=1}^{4m} x_{kj} + \sum_{l=1}^{4p} x_{lj} + \sum_{r=1}^{4d} x_{rj} = b_j,$ <p>(j = 1, 4n)</p> $3. \sum_{i=1}^m x_{ik} = x_k = \sum_{l=1}^{4p} x_{kl} + \sum_{r=1}^{4d} x_{kr} +$ $+ \sum_{j=1}^{4n} x_{rj} \leq q_k, (k = 1, 4m)$ $4. \sum_{k=1}^{4m} x_{ik} + \sum_{l=1}^{4p} x_{il} + \sum_{r=1}^{4d} x_{ir} +$ $+ \sum_{j=1}^{4n} x_{ij} \leq a_i, (i = 1, m)$ $5. \sum_{i=1}^m x_{il} + \sum_{k=1}^{4m} x_{kl} = X_l = \sum_{r=1}^{4d} x_{lr} +$ $+ \sum_{j=1}^{4n} x_{lj} \leq S_l, (l = 1, 4p)$ $6. \sum_{i=1}^m x_{ir} + \sum_{k=1}^{4m} x_{kr} = X_r = \sum_{j=1}^{4n} x_{rj} \leq N_r,$ <p>(r = 1, 4d)</p>	<p>X_{ik} - объем леса, вырубленный в i-ой лесосеке и складированный на ней для последующей вывозки; X_{il}, X_{ir}, X_{ij} - объем леса, вырубленный на i-ой лесосеке с доставкой соответственно на промежуточный склад, нижний склад и во двор потребителя; X_{kl}, X_{kr}, X_{kj} - объем леса, вывозимый с верхнего склада соответственно на промежуточный склад, нижний склад и во двор потребителя; X_{lr}, X_{lj} - объем леса, вывозимый с промежуточного склада на нижний склад и во двор потребителя; X_{rj} - объем леса, вывозимый с нижнего склада потребителю.</p>
<p>Яшин А.В.</p>	$3_1 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K Q_{ijnpk} z_{ijnpk} \rightarrow \min$ $3_2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{a=1}^A \sum_{kl=1}^{KI} Q_{ijnakl} z_{ijnakl} +$ $+ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{pl=1}^{PI} \sum_{lk=1}^{KI} \sum_{k=1}^K Q_{ijnplk} z_{ijnplk} \rightarrow \min$ <p>Ограничения:</p> $1. \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N Q_{ijn} \geq \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K Q_{ijnpk}$ $2. \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N Q_{ijn} \geq \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{a=1}^A \sum_{kl=1}^{KI} Q_{ijnakl} +$ $+ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{pl=1}^{PI} \sum_{lk=1}^{KI} \sum_{k=1}^K Q_{ijnplk}$	<p>заготовка i-х сортиментов ($i = 1, 2, 3, \dots, I$) на j-х лесосеках ($j = 1, 2, 3, \dots, J$) с использованием n-й технологии ($n = 1, 2, 3, \dots, N$) и доставку p-м типом транспорта ($p = 1, 2, 3, \dots, P$) на склад k-го потребителя ($k = 1, 2, 3, \dots, K$); z - затраты на заготовку и доставку древесины потребителям, руб; Q_{ijnpk} - объемы доставки древесины потребителям, m^3; z_{ijnpk} - удельные затраты на заготовку и транспортировку древесины потребителям, руб / m^3;</p>

*¹Данные из источника [1-5]

На основании данных приведенных в таблице можно вывести следующие аналитические заключения: математическая модель, разработанная В.В. Готовым [1] не учитывают следующие важные

параметры функционирования транспортно-технологического процесса: возможность перевозки древесины различными транспортными средствами, вопросы погрузки, разгрузки, складирования, хранения и измерения древесины на складах; наличие нелинейных зависимостей затрат от расстояний и объемов перевозок грузов; стохастический характер модели; математическая модель, разработанная В.А. Губановым и В.В. Захаровым [2] учитывает ограничения на производственные мощности поставщиков, потребителей, на пропускные способности терминалов, однако процесс не затрагивает внутрипроизводственные цепи движения лесопродукции, а лесозаготовительное предприятие фигурирует лишь как пункт отправления; математическая модель, разработанная Т.В Коваленко и Н.К Климусевым [3,4], как и предыдущие, довольно эффективна при планировании транспортно-технологического процесса непосредственно в рамках лесозаготовительного предприятия, но она не учитывает особенностей регионального управления транспортно-технологическими процессами лесопромышленных предприятий, находящиеся на более высоком иерархическом уровне; математические модели, разработанные А.В. Яшиным [5] напротив учитывают важные особенности, такие как: перевозка лесной продукции различными транспортными средствами по дорогам общего пользования, складирование продукции на крупных лесоперевалочных терминалах с ограниченной пропускной способностью и др.

Таким образом, вопросы планирования и управления транспортно-технологического процесса лесного комплекса исследованы недостаточно и требуется создание комплексной модели в динамической постановке с учетом специфики лесной отрасли.

Библиографические ссылки

1. Глотов В.В. Экономико-математические методы планирования. М.: Лесная промышленность, 1980, 158 с.
2. Губанов В.А., Захаров В.В., Коваленко А.Н. Введение в системный анализ. Л.: ЛГУ, 1988.
3. Климусев Н.К. Управление запасами лесоматериалов. Лесопромышленная логистика и информационные системы лесного комплекса: мат. межд. научн.- техн. конф. 11.04.03. СПб.: ЛТА, 2003.
4. Коваленко Т.В. Рациональная организация грузопотоков в лесозаготовительном предприятии. Лесопромышленная логистика и информационные системы лесного комплекса: мат. межд. научн.- техн. конф. 11.04.03. СПб.: ЛТА, 2003.
5. Яшин А.В. Оптимизация транспортно-технологического процесса лесозаготовительного предприятия /А.В. Яшин// дис. канд. техн.наук. – Санкт-Петербург- 2009.

ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ

В.А. Нешхлебов, студент ЛХ(ам-81),

Н.В. Выводцев, д.с.х.н, профессор

Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136, г.
Хабаровск, Россия

E-mail: 0041932@pnu.edu.ru, v.neshkhlebov@gmail.com

В статье рассматривается использование недревесных продуктов леса: живицы, древесной хвои и продуктов их переработки, и их влияние на экономику лесозаготовок. Работы по заготовке живицы и древесной хвои, рекомендуются для внедрения в производственный процесс лесозаготовительного предприятия (ЛЗП), для создания синергетического эффекта с преимуществами использования сортиментной технологии лесозаготовок. Внедрение этих видов работ в лесозаготовительный процесс повышают занятость местного населения, нивелируя проблемы трудоустройства рабочих кадров. Рассмотрены экономические и социальные аспекты интеграции новых производственных циклов, возможности, которые открывает полное использование ресурсов леса. Описана внедряемая технологическая схема работы ЛЗП, с расчетом производственных показателей. Рассчитаны показатели рентабельности освоения 1 га лесных насаждений, до и после внедрения.

Ключевые слова: подсочка, древесная хвоя, живица, эфирные масла

WAYS TO INTENSIFY FOREST MANAGEMENT IN THE Khabarovsk Territory

V.A. Neshkhlebov, student of LH (am-81),

N.V. Vyvotsev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Pacific Ocean State University, Tihookeanskaja street, 136, Russia,
Khabarovsk city,

E-mail: 004193@pnu.edu.ru, v.neshkhlebov@gmail.com

The work implies the use of non-timber forest products, such as oleoresin, tree needles, the products of its processing, and their influence on the forest logging economy. The work for the preparation of oleoresin and tree needles is recommended for implementation into the production process of the forest logging company (Forest Preparation Enterprise), for the creation of synergistic effect with the advantages of using forest logging assortment technologies. Implementation of this type of work into forest logging process increases the employment of the local population, by

neutralizing the problem of employment of workers. There is a consideration of economic and social aspects of integration of new production cycles and possibilities, which open full use of forest's resources. The implemented technological scheme of Forest Preparation Enterprise is being described, with the calculation of production figures. Calculated profitability figures for the development of 1 hectare of forest plantations, before and after the implementations.

Keywords: the tapping, wood needles, oleoresin, essential oil

Цель исследования. В условиях рыночной экономики развитие лесного комплекса, повышение эффективности его работы зависят от совершенствования технологических процессов [1]. По этой причине растет транспортная статья затрат. В себестоимости продукта она достигает 40-45%, снижая рентабельность лесозаготовок [2]. Поэтому, цель исследования можно сформировать в виде поиска дополнительных экономических резервов при освоении участков лесного фонда, взятых в аренду. Для достижения поставленной цели необходимо в производственный процесс лесозаготовительного предприятия включить технологические циклы, связанные с заготовкой недревесных продуктов:

- живицы;
- древесной зелени (хвои).

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования выбран условный лесной участок елово-пихтового насаждения, площадью 200 га. На первом этапе производственного цикла, должна производиться подсочка отведенной в рубку древесины [1], на втором этапе - сбор древесной зелени со срубленных деревьев и последующая паровая отгонка пихтового масла.

Выводы и заключение. Расчеты показали, что количество живицы с одного обрабатываемого гектара составит 49 кг, а со всей обрабатываемой площади (200 га) за сезон - 9800 кг.

Рынок реализации живицы из ели аянской малоизучен. Поэтому цены на реализацию этого вида продукции можно только сравнить с ценами на живицу сосновую. На общедоступных интернет ресурсах цены на живицу сосновую колеблются от 450 до 3 000 рублей за кг, поэтому будет корректно принять цену на живицу еловую равной 800 рублей за кг. Планируемая выручка от реализации живицы за сезон составит – 9 880 кг * 800 руб. = 7 904 000 рублей, т.е. дополнительно порядка 40 000 рублей с каждого обрабатываемого гектара за сезон.

Экспериментально установлено, что с каждого гектара дополнительно будет получено 4 021 кг хвои пихты белокорой и 13486 кг хвои ели аянской. Проведенные расчеты показали, что на данном участке можно ежегодно получать 13246 л эфирного масла ели аянской и пихты белокорой. Выгонка масла происходит в зимний период на протяжении 5 месяцев (150 рабочих дней). Одна единица оборудования способна выработать 50 литров эфирного масла в сутки, т.е. для выполнения годового задания по выгонке эфирного масла, необходимо $13\ 246/150*50*0,9 = 2$ единиц

оборудования. Для обслуживания 2-х пихтоварок, на участке необходимо создать 3 рабочих места, 1 для оператора оборудования, 2 для подсобных рабочих.

Цена на пихтовое и еловое масло различаются в зависимости от поставщика, объема упаковки, сорта и т.д. Колебания цен на эти продукты от 800 руб./л до 2 500 руб./л. При условии продажи эфирных масел по цене 900 рублей за 1 литр, выручка от реализации составит без малого 12 млн. рублей, т.е. дополнительно около 60 000 рублей с каждого гектара. Дополнительная выручка в размере 100 тыс. руб. с 1 га, даст возможность повысить рентабельность лесозаготовок на 15 – 20 %.

При освоении предприятием, взявшем в аренду 200 га елово-пихтовых древостоев, после внедрения всех технологических процессов, потребуются создать 29 новых рабочих мест, включая:

Вздымщик/сборщик живицы – 12 рабочих мест (вахта 15 через 15, смена 10 часов, 5/2);

Сборщик хвойной лапки – 12 рабочих мест (вахта 15 через 15, смена 10 часов, 5/2);

Подсобный рабочий на участке лесохимии – 2 рабочих места (вахта 15 через 15, смена 10 часов);

Оператор оборудования для получения эфирных масел – 2 рабочих места (вахта 15 через 15, смена 12 часов);

Мастер участка лесохимии – 1 рабочее место.

Анализ технологических процессов условного лесозаготовительного предприятия показывает, что внедрение дополнительных технологических процессов позволит:

- снизить нагрузку на экологию;
- снизить факторы риска, связанные с возникновением лесных пожаров на вырубках;
- создать новые рабочие места, за счет более широкого использования потенциала лесного фонда.

Внедрение участков переработки недревесных продуктов леса, является важным шагом для перехода ЛЗП к интенсивной модели использования лесного фонда и повышению КПД одного га лесных насаждений, назначенных в рубку.

Библиографический список

1. Недревесная продукция леса. Эфирные масла : учеб. пособие / Р.Д. Колесникова, Ю.Г. Тагильцев, Н.В. Выводцев, В.А. Цюпко. - Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2006. - 81 с.
2. Вывозка леса автопоездами. Техника. Технология. Организация / Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В., Пладов А.В. - СПб.: ПРОФИКС, 2008. - 304 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Н. Г. Панов ⁽¹⁾, к.т.н., доцент

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»,

Пр. Ленина 29, г. Петрозаводск.

⁽¹⁾ E-mail: supernikola@yandex.ru

В данной статье представлена и обоснована проблематика применения низкосортной древесины осины при производстве древесно-стружечных плит, показаны методы и результаты экспериментального исследования влияния наноразмерного шунгитового наполнителя добавляемого в полимерный клей для изготовления однослойных древесностружечных плит. Установлено, что 10 % добавка наноразмерного шунгитового наполнителя увеличивает прочность плиты на изгиб на 41 % и выражается следующей зависимостью $y = -0,084x^2 + 2,048x + 23,6$, прочность на разрыв перпендикулярно пласти плиты – на 104 % и может быть описана следующим уравнением $y = -0,0039x^2 + 0,0877x + 0,4843$. Также было установлено, что 10 % добавка наноразмерного шунгитового наполнителя снижает разбухание и водопоглощение плит на 32 и 50 % и выражаются $y = -0,0073x^3 + 0,36x^2 - 5,3167x + 42,3$ и $y = 0,0269x^2 - 0,4971x + 8,4629$ соответственно. Эмиссия свободного формальдегида снизилась на 21 % при тех же условиях, а сам процесс проходит линейно $y = -0,236x + 15,34$.

Ключевые слова: наноразмерный шунгитовый наполнитель, полимерный клей, древесностружечная плита

USING A MODIFIED ADHESIVE COMPOSITION FOR MAKING WOOD COMPOSITES FROM LOW-QUALITY WOOD

N.G. Panov ⁽¹⁾, Ph.D., Assoc., Department of TMMFC

Petrozavodsk state University, Lenina av. 29., Petrozavodsk.

E-mail: supernikola@yandex.ru

This paper presents the problems and proved the use of low-grade aspen wood in the production of wood-based panels, shows the methods and results of an experimental study of the effect of schungite nano-sized filler added to the polymer adhesive for the one-ply chipboard manufacture. It was established that 10% of the additive schungite nanosized filler increases strength in bending of woodchip boards by 41% is described by the following expression $y = -0,084x^2 + 2,048x + 23,6$, tensile strength perpendicular to board - 104% and may be described by the following equation $y = -0,0039x^2 + 0,0877x + 0,4843$. It was also found that 10% of

the additive shungite nano-sized fille reduces swelling and water absorption plates 32 and 50% expressed in $y = -0,0073x^3 + 0,36x^2 - 5,3167x + 42,3$ and $y = 0,0269x^2 - 0,4971x + 8,4629$ respectively. Emission of free formaldehyde decreased by 21% under the same conditions, and the process is linearly $y = -0,236x + 15,34$.

Keywords: nanosized shungite filler, polymer glue, wood chipboard

Прочность древесно-стружечных плит (далее – ДСтП), зависит от количества и типа используемого связующего, гранулометрического состава древесных частиц (далее – стружки), их влажности, породы и качества древесины, примесей и других факторов. В современных условиях наблюдается устойчивая тенденция снижения качества древесины как источника сырья для производства ДСтП. В этой связи актуализируется многоплановая проблема совершенствования технологии изготовления плит с применением измельченной низкокачественной древесины. Направления решения данной проблемы ориентированы на развитие технологий производства ДСтП с применением более совершенных клеевых композиций [1-3].

В республике Карелия в настоящее время находятся большие запасы низкосортной древесины осины. Используется это сырье редко. Причинами этого являются низкая прочность древесины и быстрое снижение качества при хранении. В этих условиях наиболее приемлемым способом вовлечения осины в производство является использование ее в качестве сырья для изготовления ДСтП. Кроме того, в Медвежьегорском районе Республики Карелии находятся большие запасы природного минерала шунгита, который на данный момент используется не вполне эффективно [5].

Поэтому цель исследования можно сформировать в виде влияния добавки наноразмерного порошка шунгита (НПШ) в связующее на физико-механические и экологические свойства ДСтП. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи, а именно изготовить опытную партию плит, и провести соответствующие испытания.

Материалы и методы исследования

Для изготовления плит в лабораторных условиях применялась стружка из смеси древесины хвойных пород (40 %) и осины (60 %). Влажность стружки составляла $W = 6$ %. Фракционный состав стружки определялся с помощью просеивающей машине типа с набором сит 5,0 мм; 3,15 мм; 2,0 мм; 1,0 мм; 0,5 мм; 0,2 мм [4,5].

Для изготовления плит использовали связующее на основе водного раствора карбамидоформальдегидной смолы (далее по тексту КФС) марки КФ-НФП концентрацией 66% с добавлением NH_4Cl в виде водного раствора концентрацией 20 %.

Для модифицирования связующего в него вводили НПШ с размером частиц 50-100 нм, влажностью 0,7% и удельной поверхностью 120 м²/г [9]. Химический состав наполнителя в массовых долях по данным лаборатории института геологии КарНЦ РАН: С – 28,0...31,0 %; SiO₂ – 56,0...60,0 %; Al₂O₃ –

4,3...5,5 %; Fe_2O_3 – 2,0...6,0 %; K_2O – 1,3...1,5 %; MgO – 0,9...1,4 %; TiO_2 – менее 0,45 %; Na_2O – менее 0,40 %; CaO – около 0,1 %. В ходе исследования в каждое из связующих добавлялось 5, 10, 15, и 20 % от массы раствора КФС [9].

Для оценки активности наноразмерного наполнителя в связующем определили время желатинизации смолы и вязкость при изменении концентрации НПШ по ГОСТ 14231.

Расчетное количество стружки загружали в лабораторный смеситель. После загрузки всех компонентов перемешивание композиции происходило в течение 12 мин. Объем камеры смешивания $0,72 \text{ м}^3$, частота вращения ротора 50 мин^{-1} .

Формирования ковра проводилось в ручную в лабораторную форму размерами $400 \times 400 \times 150 \text{ мм}$ с последующей холодной подпрессовкой под давлением 10 кПа. Полученный ковер помещали в однопролетный гидравлический пресс горячего прессования. Плиты пресса разогреты до 185°C смыкали и поднимали удельное давление до 2,5 МПа. Время выдержки при заданном давлении составляло 0,35 мин/мм. Расчетная величина цикла прессования составила 6 мин [5].

После извлечения готовой плиты из пресса она подвергалась кондиционированию в течение 24 часов. Полученные образцы испытывались на физико-механические и экологические свойства по стандартным методикам.

Выводы и заключение

Результаты испытаний однослойных ДСтП, модифицированных НПШ на физико-механические свойства показывают, что при введении НПШ в однослойные ДСтП наблюдается значительный рост показателей прочности. По сравнению с контролем прочность при статическом изгибе увеличилась на 41% при концентрации НПШ в 10 масс.%, а зависимость данной прочности от концентрации НПШ выражается полиномом второго порядка $y = -0,084x^2 + 2,048x + 23,6$ [5]. Прочность при растяжении перпендикулярно пласти плиты выросла на 104% при той же концентрации НПШ, а полином имеет вид $y = -0,0039x^2 + 0,0877x + 0,4843$. Высокие показатели физико-механических свойств возможно интерпретировать способностью НПШ образовывать трехмерную наноуглеродную армирующую сетку в структуре ДСтП, распространяющуюся по всему объему материала, приводящую к формированию более прочной структуры [9, 11].

Зависимости показателей водостойкости плит от концентрации НПШ описываются полиномами третьего и второго порядка для разбухания и поглощения соответственно, а именно $y = -0,0073x^3 + 0,36x^2 - 5,3167x + 42,3$ и $y = 0,0269x^2 - 0,4971x + 8,4629$. При введении НПШ в связующее ДСтП происходит значительное уменьшение показателей разбухания и водопоглощения плит. Такие показатели можно объяснить высокой прочностью и низкой проницаемостью по воде пленки смола-наноуглерод, концентрация которой увеличивается на поверхности плиты по сравнению с объемом при прессовании [6]. Исследования показали, что максимальным

показателям водостойкости соответствуют составы с концентрацией НПШ 10 масс. %.

Исследование влияния концентрации НПШ на содержания свободного формальдегида в ДСтП показало, что при введении шунгита в карбамидоформальдегидную смолу, наблюдается существенное снижение содержания свободного формальдегида. Данный эффект растет с увеличением концентрации и, видимо, связан с химическим взаимодействием химических веществ, входящих в состав шунгита с формальдегидом. Процесс может быть описан линейно $y = -0,236x + 15,34$.

Библиографический список

1. Панов Н.Г. Properties of Particleboards Manufactured From Low-Grade Wood by Using a Shungite Modified Binder [Электронный ресурс] / Н.Г. Панов, А.В. Питухин, С.Б. Васильев // Materials Science Forum. - Trans Tech Publications, Switzerland, 2019. - Т. Vol. 945. - С.453-458. - ISSN 1662-9752.

2. Панов Н.Г. Shungite nanopowder additive influence on tensile strength of one-ply particle boards. [Electronic resource] / Н.Г. Панов, А.В. Питухин, Г.Н. Колесников, С.Б. Васильев, В.Н. Шиловский // STEF92 Tecnology Ltd., 51 'Alexander Malinov', Blvd.. - 1712 Sofia, Bulgaria, 2018. - vol.18. - P.25-31. - URL: www.sgemviennagreen.org. - ISSN 1314-2704.

3. Chubinsky, K. Brutyan, Formation of Particle Boards with Low Toxicity // Proceedings of Saint-Petersburg Forest Engineering Academy. 186 (2009) p.156.

4. Рожкова Н.Н. Нанолуглерод шунгитов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. 100с.

5. Рожкова Н.Н. Технологии для многоуровневой активации нанолуглерода шунгитовых пород // Геодинамика, магматизм, седиментогенез и минерогенез Северо-Запада России. Петрозаводск: Институт геологии КарНЦ РАН, 2007. С. 335-339.

6. Voigt B., McQueen D. H., Pelisˇkova M., Rozhkova N. Electrical and Mechanical Properties of Melamine-Formaldehyde-Based Laminates With Shungite Filler//Polymer. Composite, 2005, 26(4).P.552–562.

УДК 62-6

КЛИМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ТТ-4М НА БАЗЕ ДВУХРЕЖИМНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА

С.А. Петров⁽¹⁾, преподаватель,
М.В. Никифоров⁽¹⁾, к.т.н., доцент,
Ю.А. Панов⁽¹⁾, к.т.н., доцент

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «ФГБОУ ВО Тверская ГСХА»,
г. Тверь

⁽¹⁾ E-mail: spetrov@tvgscha.ru

В статье представлено описание климатической установки для нормализации микроклиматических условий в кабине транспортно-технологической машины на базе трелевочного трактора ТТ-4М.

Ключевые слова: климатическая установка, микроклимат кабины, тепловой насос, оптимальные климатические условия.

CLIMATE CONTROL UNIT OF THE TT-4M SKIDDING TRACTOR BASED ON A DUAL-MODE HEAT PUMP

S. A. Petrov ⁽¹⁾, teacher,
M. V. Nikiforov ⁽¹⁾, Ph. D., associate Professor,
Yu. A. Panov ⁽¹⁾, Ph. D., associate Professor

⁽¹⁾ FGBOU VO "of the Tver state agricultural Academy»,
Tver

⁽¹⁾ E-mail: spetrov@tvgscha.ru

The article describes a climate control system for normalizing microclimatic conditions in the cab of a transport and technological machine based on the TT-4M skidding tractor.

Keywords: climate control system, cabin microclimate, heat pump, optimal climate conditions.

Микроклиматические условия в кабине транспортно-технологической машины влияют работоспособность и безопасность труда оператора.[1] Согласно санитарным нормам первостепенными основными параметрами микроклимата являются: температура, влажность, скорость движения воздушных потоков в кабине. Оптимальные микроклиматические условия в кабине трактора, автомобиля и другой транспортно-технологической машины имеют следующие параметры: температура должна составлять от +18°C до +22°C, относительная влажность должна варьироваться в пределах 40–60%, скорость движения воздуха не более 0,2–0,3 м/с.[2,3] Отклонение от заданных норм ведет к ухудшению самочувствия оператора, снижению показателей производительности и безопасности труда. В долгосрочном периоде это ведет за собой развитие хронических заболеваний, в том числе инвалидности.[1]

Для нормализации микроклиматических условий применяются различного рода климатические установки[4]: различного рода отопители, кондиционеры, работающие как отдельные системы, так и вместе, например климат контроль. Предлагаемая нами климатическая установка объединяет в одно устройство отопитель и кондиционер, тем самым уменьшается количество элементов климатической установки, и тем самым ее стоимость. Конструкция данной установки состоит из следующих элементов (рисунок 1):

- электродвигатель;
- компрессор кондиционера;

- теплообменники;
- четырёхходовой клапан;
- терморегулирующий клапан;
- блок управления климатической установкой;
- трубопроводы.

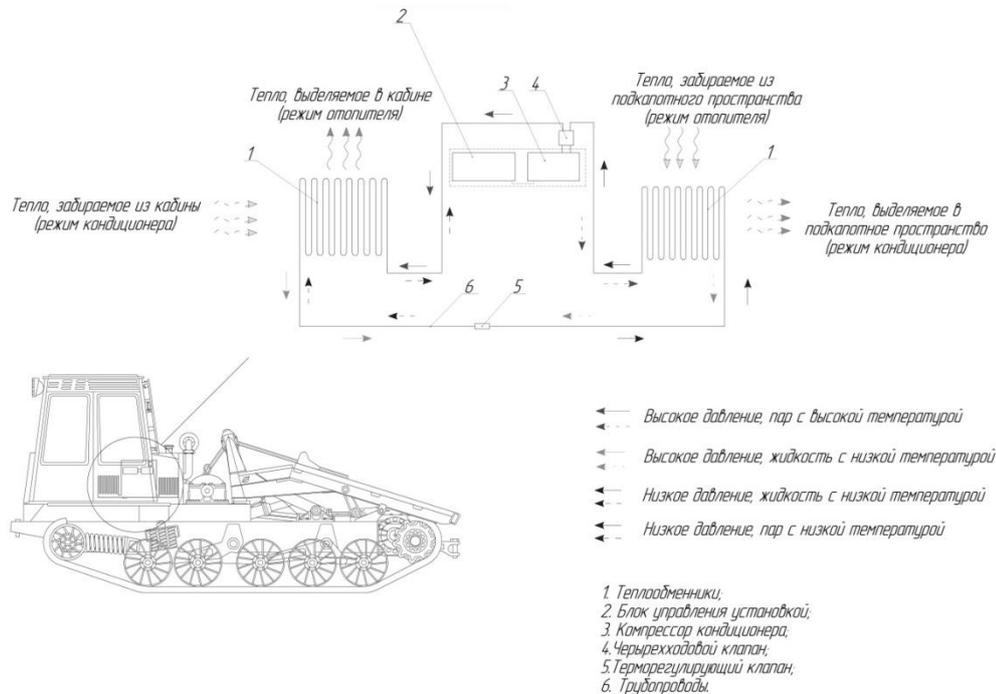


Рисунок 1 – Климатическая установка

Установка работает в двух режимах: режим обогрева и режим кондиционера. Имеется плавное переключения режима из одного в другой. Внешний теплообменник установки расположен в подкапотном пространстве рядом с выхлопным коллектором, внутренний – в кабине.

Принцип работы следующий: электродвигатель вращает приводной вал компрессора кондиционера, который в свою очередь прогоняет хладагент по системе. Хладагент, проходя через внешний теплообменник, расположенный возле выпускного коллектора, забирает тепло выделяемое от коллектора и переносит его во внутренний теплообменник. Проходя через внутренний теплообменник, расположенный в кабине, хладагент отдает часть теплоты воздуху в кабине, тем самым нагревая его. Затем хладагент переносится к внешнему теплообменнику и цикл повторяется.[4]

В режиме кондиционера направление движения меняется с помощью четырёхходового клапана, тем самым меняются местами теплообменники. Сам цикл остается неизменным.

Управление установкой производится с помощью блока управления. Блок управления считывает данные с датчиков температуры в кабине и с помощью заложенного алгоритма регулирует обороты электродвигателя и открытие четырёхходового клапана, а также работу вспомогательных вентиляторов.

Данная установка универсальна и может быть установлена на любую транспортно-технологическую машину, с незначительными изменениями.

Тепловой насос обладает таким показателем, как коэффициент преобразования. Этот коэффициент показывает отношение количества перенесенной тепловой энергии к затрачиваемой на работу установки энергии. Средний показатель коэффициента преобразования варьируется от 2 до 3.

Библиографический список

1. Панов, Ю.А., Петров, С.А. Влияние современных климатических установок транспортно-технологических машин на производительность и безопасность труда операторов [Текст]/ Ю.А. Панов, С.А. Петров// Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предприятий и отраслей АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29-31 мая 2017 – г. Тверь: Тверская ГСХА, 2017 – 144-146 с.

2. Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 05.05.1988 N 4616-88)

3. Панов, Ю.А., Гальченко, А.Н. Петров, С.А. Способы и методы снижения теплопотерь кабин транспортно-технологических машин [Текст]/ Ю.А. Панов, А.Н. Гальченко, С.А. Петров// Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предприятий и отраслей АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29-31 мая 2017 – г. Тверь: Тверская ГСХА, 2017 – 148-149 с.

4. Петров С.А. Универсальная энергосберегающая климатическая установка [Текст]/С.А. Петров// II этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (ФГБОУ ВО « Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I») 27 апреля 2017 – г. Воронеж: Воронежский ГАУ им. Петра I.

УДК 630.377

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ВРЕМЕННЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ НА ХВОРОСТЯНОЙ ПОДУШКЕ

Д.И. Побойкин⁽¹⁾, студент,
А.А. Бессарабов⁽²⁾, студент,
А.Н. Баранов⁽¹⁾, к.т.н., доцент

(1) ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

(2) ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

(1) E-mail: dima.poboikin@yandex.ru

Обоснован способ строительства технологической лесовозной дороги с использованием уплотненной хворостяной подушки, который позволит повысить прочность дорожной конструкции за счёт перераспределение нагрузки на внутренние и внешние откосы грунтового основания дорожной конструкции.

Ключевые слова: лесовозные дороги, хворостяная подушка, древесные отходы, гравий, песок

IMPROVING OPERATIONAL QUALITIES OF TEMPORARY FORESTRY ROAD ON A BRUSHED PILLOW

D.I. Poboikin (1), student,

A.A. Bessarabov (2), student,

A.N. Baranov (1), Ph.D., Associate Professor

(1) FSBEI HE "Siberian University of Science and Technology named after M.F. Reshetneva ", Krasnoyarsk

(2) FSBEI HE "Siberian University of Science and Technology named after M.F. Reshetneva ", Krasnoyarsk

(1) E-mail: dima.poboikin@yandex.ru

The method of construction of a technological logging road using a compacted brushwood cushion is justified. this method will increase the strength of the road structure by redistributing the load on the internal and external slopes of the ground base of the road structure.

Keywords: logging roads, brushwood, wood waste, gravel, sand

Сегодня лесозаготовительный процесс имеет ограниченное время, так как заготовка леса производится по сезонному принципу. При этом вывозка древесины осуществляется по зимним лесовозным дорогам упрощенным конструкциям, которые заключаются в прорубке просеки, спиливания пней заподлицо, уплотнение снежного покрова и очистки от снега.

Такой подход приводит к повышенной интенсивности лесозаготовительного процесса в зимнее время и полное прекращение его в летний период. Такую заготовку могут себе позволить только очень крупные лесозаготовители имеющий большой парк подвижного состава/

Вместе с тем средние и мелкие лесозаготовители имеют ограниченный парк подвижного состава, и работа по такой технологии для них является не эффективной, а транспортный процесс очень затратный[1].

На наш взгляд увеличение продолжительности сезона вывозки за счет использования не дорогих, но пригодных для осуществления транспорта леса в летний период является актуальным.

Кроме этого сооружение таких дорог позволит обеспечить доступность лесных массивов в течении всего года и повысить пожара-устойчивость[2].

Поэтому целью для повышения эксплуатационных качеств временных лесовозных дорог на хворостяной подушке является:

1. Разработать дорожную конструкцию с использованием основания из древесных отходов с повышенным сроком службы;
2. Обосновать наличие и экономическую доступность материалов используемых в дорожной строительной конструкции и их объемы;

Такие технологии разрабатывались ранее, но вся беда в том, что отходы лесозаготовок использованные прежде находились на поверхности лесовозных дорог, и по ним двигался подвижной состав. Находясь в контакте с окружающей средой, такие дороги имели короткий период существования, так как под действием изменения температуры влажности древесные элементы быстро гнивали.

Мы предлагаем усовершенствовать технологию и закрыть ее, Для этого предлагается: вырыть котлован, куда поместить отходы лесозаготовок (вершинки, сучья, ветки и различного вида древесных отходов), сверху их накрыть доступным дренирующим материалом (песком), уплотнить, далее на поверхности которого соорудить гравийную дорожную одежду[3].

Для строительства временных лесовозных дорог следует знать объёмы заготовок леса и уровень заболоченности лесных участков. Согласно нормативам Гипролестранса на 1млн. м³ вывозки леса необходимо строительство не менее 45 км дорог круглогодогового действия, в том числе более 10 км магистралей и 160 км усов, а также не менее 35 км веток[4].

Исходя из расчетов ЦНИИМЭ с протяженностью усов на 1 млн. м³ вывозки леса приведенной в таблице 1, видно, что при запасе леса 200 м³ на 1 га с помощью легких гусеничных тракторов на объём 10 тыс. м³ требуется построить 1,05...1,14 км усов, а для 50 тыс. м³ соответственно в 5 раз больше. Заболоченные участки при этом составляют примерно 15% от протяженности лесовозных дорог.

Средний запас леса на 1 га, м ³	Протяжение усов, км. на 1 млн. м ³ вывозки леса					
	Расстояние между ветками, км, при трелевке на 300 м			Расстояние между ветками, км, при трелевке на 500 м		
	3	5	7	3	5	7
60	290,0	352,0	380,0	112,7	160,0	180,2
80	217,5	264,0	285,0	84,4	120,0	135,2
100	174,0	211,2	228,0	67,5	96,0	108,1
110	158,2	192,0	207,3	61,4	87,3	98,3
120	145,0	176,0	190,0	56,3	80,0	90,1
130	133,8	162,5	175,4	52,0	73,9	83,2
140	124,3	150,8	162,9	48,2	68,6	77,2
150	116,0	140,8	152,0	45,0	64,0	72,1
160	108,8	132,0	142,5	42,0	60,0	67,6
170	102,4	124,2	134,1	40,0	56,5	63,6
180	96,7	117,3	126,7	37,5	53,3	60,1
190	91,6	111,2	120,0	35,5	50,5	56,9
200	87,0	105,6	114,0	33,8	48,0	54,1
210	82,9	100,6	108,6	32,2	45,7	51,5
220	79,1	96,0	103,6	30,7	43,6	49,1
230	75,6	91,8	99,1	29,4	41,7	47,0
240	72,5	88,0	95,0	28,0	40,0	45,1
250	69,6	84,5	91,2	27,0	38,4	43,0

Таблица 1- Протяжение усов, км, на 1 млн. м³ вывозки леса

При прокладке дорожной конструкции с хворостяной подушкой, расчеты показывают, что для строительства одного опытного участка протяженностью на один погонный метр требуется: хворостяной подушки 0,4...0,6 м³, 1,0...2,0 м³ песка и 1,0...1,5 м³ гравия.

Такая конструкция позволит продлить срок службы лесовозной дороги на 10-12 лет, так как древесные частицы будут изолированы от окружающей среды и находится во влажном состоянии, в режиме стабильной температуры, изменении температур. Процессы гниения будут заторможены, древесина вместо разложения на мелкие частицы, будет мориться[5].

Значит, что с повышением эффективности нам достаточно времени для проведения лесозаготовительных работ данная дорога может быть использована для проведения лесохозяйственных, лесовосстановительных работ, противопожарных и рекреационных мероприятий.

1. Учитывая, что при сортиментной лесозаготовке отходов остается около 40%, а это составляет около 4 тыс. м³ от принятых нами 10 тыс. м³ заготовки леса, мы можем сказать, что такого объема отходов будет вполне достаточно для сооружения лесовозной дороги для нашей конструкции.

2. Такая конструкция позволит использовать отходы лесозаготовок в дорожном деле, снизить пожарную безопасность освоенных лесных участков в случае ее реализации расширяться сезон вывозки.

3. Расширение сезона вывозки повысит эффективность лесотранспортной системы, за счет снижения транспортной составляющей.

Библиографический список:

1. СНИП 2.05.02-85, Автомобильные дороги. Госстрой СССР-М.; ЦИТМ Госстрой СССР. 1886 – 56 с.
2. СНИП 2.05.07 – 85, Промышленный транспорт. СССР. – М.; ЦИТМ Госстрой СССР. 1986 – 68 с.
3. Транспорт леса: [учеб. для вузов]: в 2 т. – (Высшее профессиональное образование. Лесное хозяйство). Т.1: Сухопутный транспорт / [Э.О. Салминен [и др.]]; под ред. Э.О. Салминена, 2009. – 368 с.
4. Электронный журнал - cyberleninka.ru
5. Матвеев Л.С. Автомобильные лесовозные дороги: Справочник.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Экология 1991.-336с.

УДК 630.377

ОБ ОПЫТЕ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В КРАСНОЯРСКЕ

В.Ф. Полетайкин, д.т.н.,
Е.В. Авдеева, профессор, д.с-х.н., профессор

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика
М.Ф. Решетнева»,
Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: poletaikin_vf@mail.ru

В статье рассмотрен опыт проектирования и освоения серийного производства специальных лесных машин на Красноярском заводе лесного машиностроения, который проходил при поддержке и в тесном сотрудничестве администрации, научных организаций и производителей. В результате была решена крупная научно-техническая проблема, получен большой экономический эффект. Автор приходит к выводу, что развитие лесного машиностроения возможно после восстановления машиностроительного завода и отраслевого научного центра.

Ключевые слова: проектирование, серийное производство, машиностроительное производство, научный центр

ABOUT EXPERIENCE AND PERSPECTIVAKH OF DEVELOPMENT OF FOREST MECHANICAL ENGINEERING IN KRASNOYARSK

V.F. Poletaykin, Dr.Sci.Tech., Professor,
E.V. Avdeeva, doctor of agricultural sciences

Siberian state university of science and technologies named after academician
M.F. Reshetnev, 82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: poletaikin_vf@mail.ru

In article experience of design and development of mass production of special forest cars at the Krasnoyarsk plant of forest mechanical engineering which passed with support and in close cooperation of administration, the scientific organizations and production workers is considered. The large scientific and technical problem was as a result solved, big economic effect is gained. The author comes to a conclusion that development of forest mechanical engineering is possible after restoration of engineering plant and industry scientific center.

Keywords: design, mass production, machine-building production, scientific center

Материалы и методы исследования

Наша страна за последние 25 -30 лет в области создания машин для лесной промышленности отстала от наших конкурентов – западных стран. В лесной промышленности используются Скандинавские и Канадские технологии и лесные машины. В стране заготавливали 500 – 600 миллионов кубометров леса в год с использованием собственных технологий и машин. Более 20 заводов лесного машиностроения занимались проектированием и производством лесных машин, в том числе Красноярский завод лесного машиностроения. В настоящее время все заводы лесного машиностроения остановлены. Остановлены тракторные заводы (Алтайский, Онежский), которые выпускали тракторы для лесной промышленности и лесного хозяйства. Страна не может работать только на импортном оборудовании. Следовательно, придется возрождать отечественное лесное машиностроение. Нам, молодым специалистам пришлось осваивать проектирование сложных лесных машин, оснащенных гидроприводом: лесопогрузчики, валочно-трелевочные валочно-пакетирующие машины, машины для строительства лесовозных дорог. В лесной промышленности работали тракторы с троссо-чокерным оборудованием и различные устройства для погрузки хлыстов и деревьев с кроной на лесовозные автопоезда: тракторные краны с деревянными стрелами, установки с деревянными мачтами и троссо- блочными системами для крупнопакетной погрузки с приводом от лебедки трелевочного трактора или от специальной лебедки. Лесозаготовительные работы (валка+трелевка деревьев) и погрузка деревьев на лесовозный автотранспорт производились малыми комплексными бригадами. Установки для крупнопакетной погрузки были дороги, работы по их перебазированию были трудоемкими, поэтому их старались перевозить как можно реже. Это сказывалось на расстоянии трелевки, оно достигало 600 – 1000 м., что снижало производительность на трелевке леса. Кроме этого, отвлечение трелевочных тракторов на погрузочные работы так же снижало производительность на лесосечных работах. Малые комплексные бригады по условиям безопасности работали в одну смену, погрузка и вывозка леса и, следовательно, работа автотранспорта осуществлялись так же в одну смену, что существенно снижало производительность на вывозке леса. Поэтому встал вопрос об отделении лесосечных работ от погрузочных и лесотранспортных работ, об организации круглосуточной вывозки древесного сырья. Для этого

требовалась машина для погрузки хлыстов и деревьев с кроной, которая могла работать в вечернее и ночное время, то есть лесопогрузчик. Были закуплены лесопогрузчики фронтально-радиального типа у фирмы Drott Internechnl, США, которые прошли испытания в различных регионах нашей страны, в том числе в Красноярском крае. Испытания показали перспективность применения лесопогрузчиков при организации работ по новой технологии, т.е. по технологии лесозаготовок с отделением трелевки леса от погрузки. Однако испытания показали основные недостатки лесопогрузчика иностранного производства:

- несоответствие параметров требованиям лесной промышленности: недостаточная высота подъема груза;

- недостаточная надежность машины, что объяснялось необходимостью разворотов машины с грузом на 90 или 180 градусов.

Институтом ГИПРОЛЕСМАШ была разработана конструкция лесопогрузчика П-10 на базе трактора С-80 ЧТЗ, копия машины Drott 14КЗ. Производство было освоено на Красноярском заводе лесного машиностроения (заводе Краслесмаш). Завод выпускал по 150 машин в год. Выпускаемый лесопогрузчик обладал теми же недостатками, что и лесопогрузчик Drott 14КЗ. Поэтому на заводе в 1961 году одновременно с серийным производством начались работы по модернизации лесопогрузчиков П-10 с целью повышения надежности машины и улучшению параметров. Работы проводились под руководством заместителя главного конструктора завода Давыденко Валентина Александровича, «конструктора от бога» и прекрасного организатора научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Работы поддерживали директор завода Сафронов В.С. и главный инженер Созинов Н.И. Благодаря их поддержке на заводе, не смотря на острый недостаток площадей и оборудования, был организован экспериментальный участок, выделены квалифицированные кадры рабочих и оборудование, расширен отдел главного конструктора. Работы по созданию лесных машин поддерживала Краевая администрация, Министерство строительного, дорожного и коммунального машиностроения, в которое входил завод Краслесмаш. **Таким образом, была создана материально-техническая и проектно- конструкторская база для создания новых машин. На заводе была создана школа конструкторов и технологов лесного машиностроения, которая обеспечивала процесс создания и освоения новых изделий машиностроения.** Все это позволило заводу в 1962 году начать работы по созданию конструкции лесопогрузчика КМЗ-П1 с увеличенной грузоподъемностью и продольной устойчивостью, увеличенной высотой подъема и вылетом груза. **Лесопогрузчик КМЗ-П1 выпускался заводом Краслесмаш в течение трех лет. Это была первая машина, разработанная ОГК завода, которая позволила набраться опыта проектирования и освоения серийного производства новых машин.** После этого была разработана конструкция лесопогрузчика КМЗ-П5 грузоподъемностью 5 т. Лесопогрузчик КМЗ-П5 по своим параметрам (грузоподъемности, надежности, устойчивости) значительно превосходил

зарубежные и отечественные аналоги. Конструкция лесопогрузчика была защищена авторским свидетельством 179225.

Одновременно с выпуском фронтально- радиальных лесопогрузчиков на заводе Краслесмаш совместно с ЦНИИМЭ, ВЛПО Красноярсклеспром проводились работы по созданию лесопогрузчика перекидного типа, который мог бы осуществлять погрузку без разворотов машины с грузом, путем переноса пакета деревьев «через себя», т.е. через кабину трактора. Такая технология погрузки устраняла основной недостаток лесопогрузчиков фронтально-радиального типа – необходимость разворотов машины с грузом и позволяла организовать технологию лесозаготовок с отделением трелевки леса от погрузки в масштабах всей страны. На заводе была организована группа конструкторов, которая совместно с конструкторами из ЦНИИМЭ разрабатывала кинематическую схему и конструкцию нового лесопогрузчика. Конструкция лесопогрузчика защищена авторским свидетельством 173654, авторы Стефанов О.А., Полетайкин В.Ф., Давыденко В.А., Созинов Н.И. На основе авторского свидетельства 173654 была разработана конструкция первого лесопогрузчика перекидного типа КМЗ-ЦНИИМЭ-П2 на базе трактора Т-100М ЧТЗ. Испытания показали достоинства машины:

- высокая надежность за счет снижения динамических нагрузок;
- повышение производительности по комплексу лесосечных работ на 25 % за счет отделения трелевки леса от погрузки, сокращения расстояния трелевки до 200-300 м;
- повышение производительности на погрузочных работах в 2-3 раза;
- отделение лесосечных работ от лесотранспортных позволило организовать круглосуточную работу автотранспорта, что повысило производительность на вывозке леса на 25-30 %;
- погрузка леса на автотранспорт стала безопасной операцией в лесной промышленности.

Для обеспечения потребностей лесной промышленности страны в количестве 3000 штук в год была разработана конструкция лесопогрузчика КМЗ-ЦНИИМЭ -П19 на базе трактора ТДТ-75 Алтайского тракторного завода. По основным сборочным единицам технологического оборудования лесопогрузчики КМЗ-ЦНИИМЭ –П2 и КМЗ-ЦНИИМЭ -П19 были унифицированы на 70 – 80 %. В 1967 – 1968 годах была проведена модернизация этих машин, в результате которой были созданы их модификации П2А и П19Б. При модернизации была разработана новая конструкция грузовой рамы, защищенной авторскими свидетельствами 359227 и 630217, конструкция стрелы, усовершенствована гидросистема. С целью повышения устойчивости лесопогрузчиков были разработаны устройства, защищенные авторскими свидетельствами 199695 и 341705. Внедрение этих усовершенствований позволило увеличить долговечность машин с 3000 до 3700 моточасов при одновременном увеличении грузоподъемности с 30 до 35 кН. Лесопогрузчики, разработанные на основе изобретения по авторскому свидетельству №173654 (П2, П2А, П2С, П19А, П19Б, ПЛ2, ПЛ3) серийно выпускались заводом Краслесмаш с 1963года по 1984год. **На базе указанных**

лесопогрузчиков была разработана новая технология лесозаготовок с отделением трелевки леса от погрузки, удостоенная Государственной премии СССР в области науки и техники.

С целью доведения серийного выпуска лесопогрузчиков до 2500- 3000 шт. в год по Постановлениям Правительства завод дважды прошел реконструкцию и техническое перевооружение, был оснащен современным оборудованием, позволяющим выпускать машины высокого качества. Был построен главный корпус, площадь которого составила 16000 м², блок вспомогательных цехов площадью 7500 м². Завод превратился в современное машиностроительное предприятие.

После перехода лесной промышленности на вывозку древесины большегрузными лесовозными автопоездами на заводе Краслесмаш были разработаны конструкции лесопогрузчиков ЛТ-65Б, ЛТ-188, ЛТ-240 с изменяющимся центром вращения груза. Конструкция защищена авторским свидетельством № 288663. Это обеспечило повышение грузоподъемности на 10%, увеличение скорости движения стрелы с грузом на 15...18%; увеличение вылета груза на 0,6...0,7 м, повышение производительности лесопогрузчика на 15%.

Выводы и заключение

Благодаря тесному творческому содружеству администрации, науки и производителей были разработаны машины и новая технология лесозаготовок, решена крупная народнохозяйственная проблема, получен огромный экономический эффект. Город Красноярск стал центром лесной промышленности, подготовки кадров, лесной отраслевой науки, центром лесного машиностроения. После известных экономических преобразований в городе ликвидирована отраслевая наука (институт СибНИИЛП) и центр лесного машиностроения (завод Краслесмаш), то есть две ключевые организации, способные организовать маркетинговые исследования, проектирование и серийное производство лесных машин. Без восстановления этих организаций невозможно решить вопрос перехода на импортозамещающие технологии и оборудование в лесном комплексе Красноярского края.

Библиографический список

1. Полетайкин В.Ф. Прикладная механика лесных подъемно-транспортных машин. Лесопогрузчики гусеничные [Текст]: Монография / В.Ф. Полетайкин. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – 247 с.

УДК 674.8:656.078.8

**АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ
ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

А. В. Пряничникова, студент,
С. Н. Долматов, к.т.н., доцент,
В. Ю. Звягинцев, студент

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика
М. Ф. Решетнева»,
г. Красноярск
E-mail : prianichnikovaalina98@mail.ru

В статье рассмотрены существующие технологии переработки древесных отходов, произведена оценка потенциального объема сырья, используемого для получения древесно-цементных композитов и топливных гранул, проанализированы преимущества и недостатки выбранных способов переработки древесных отходов.

Ключевые слова: древесные отходы, переработка, древесно – цементные композиты, топливные гранулы.

ANALYSIS OF COMPETITIVE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF WOOD WASTE PROCESSING TECHNOLOGIES

A.V. Pryanichnikova, student,
S. N. Dolmatov, Ph. D., associate Professor,
V. Yu. Zvyagintsev, student

Siberian University of science and technology academician M. F. Reshetnev,
Krasnoyarsk
E-mail : prianichnikovaalina98@mail.ru

The article examines the existing technologies for processing wood waste , assesses the potential volume of raw materials used to produce wood-cement composites and fuel pellets, and analyzes the advantages and disadvantages of the selected methods of processing wood waste.

Keywords: wood waste, recycling, wood-cement composites, fuel pellets.

На сегодняшний день переработка отходов любого производства является актуальной задачей современного общества. Благодаря переработке, потребители могут получить материалы, обладающие необходимыми свойствами для их повторного использования.

С точки зрения лесопромышленного производства, переработка древесных отходов будет актуальна, вследствие не только улучшения экологического состояния окружающего мира, но и получения дополнительной прибыли при реализации продукта на товарном рынке.

Цель: Анализ эффективности технологии переработки древесных отходов в качестве наполнителя для получения древесно-цементных композитов в сравнении с производством топливных гранул

Задачи: 1) Обзор существующих технологий переработки древесных отходов;

2) Оценка потенциального объема сырья, используемого для получения ДЦК и топливных гранул;

3) Прогнозирование спроса на конкурирующую продукцию;

4) Сравнительный анализ преимуществ и недостатков выбранных способов переработки древесных отходов.

В России находится около 50% мировых запасов древесины. Анализ потребления древесины показывает, что ее заготовка и переработка сопровождаются огромными потерями. До 50% всей перерабатываемой древесины составляют побочные продукты в виде отходов, большая часть которых сжигается или вывозится в отвал[1].

Все отходы древесины являются ценным сырьем для производства различной продукции, однако по возможности утилизации они не равноценны. Наибольшую ценность представляют деловые отходы, из которых можно изготавливать разнообразную мелкую пилопродукцию. К ним относятся горбыли, рейки, крупные кусковые отходы. Их можно использовать и для производства целлюлозы, древесноволокнистых плит (ДВП), древесностружечных плит (ДСП), цементно-стружечных плит (ЦСП) и химической продукции [2].

Меньшей ценностью обладают отходы, возможность использования которых ограничена (стружка, опилки, мелкие кусковые отходы, щепа). Опилки и стружку благодаря адсорбирующим, абразивным, изоляционным и другим свойствам широко используют в различных производствах: для хозяйственных целей и как технологическое сырье. Щепа и мелкие кусковые отходы являются исходным химическим сырьем при производстве строительных материалов, вискозного волокна (а затем тканей), технического спирта, кормовых дрожжей, уксуса, целлюлозы, бумаги, картона и многих других продуктов [1].

Еще одним промышленным направлением, использующим древесные отходы, является производство древесно – цементных композиций. Сырьем для ДЦК, выступающим в качестве органического заполнителя, служит древесная щепа (дробленка).

Древесные отходы используются в качестве топлива для бытовых и промышленных печей – пеллеты. Материал для изготовления топливных гранул – опилки.

Поскольку щепа и опилки являются наименее ценными материалами, то в большинстве случаев их не утилизируют, оставляя на местах заготовок и переработки, тем самым нанося вред экологической обстановке.

Проанализировав показатели, характеризующие процентный выход отходов лесопиления и деревообработки, представленные в источнике [3] , можно сделать вывод о том, что наименее ликвидные виды отходов (щепа, опилки) следует также перерабатывать на какую – либо продукцию, как и деловые отходы.

ДЦК - строительный материал, изготавливаемый в процессе смешивания органического заполнителя (щепа, опилки, стружка) с цементным вяжущим и химическими добавками.

Достоинства ДЦК: повышенная прочность на изгиб, способность поглощения звука, низкая теплопроводность, негорючесть, удобство обработки и пластичность, малый вес и т.д, позволяют строительным блокам на основе ДЦК конкурировать с традиционными строительными материалами, а минусы делают невозможным использование в определенных условиях (высотное строительство, влажная среда) [4].

Материалы на основе древесно – цементных композитов используются для возведения промышленных и сельскохозяйственных объектов, в строительстве малоэтажных домов.

Топливные гранулы (пеллеты) – биотопливо, получаемое из древесных отходов (кора, опилки, щепа и др.) и представляющее собой цилиндрические гранулы стандартного размера. Технологический процесс изготовления гранул заключается в следующем: сырье поступает в дробильное устройство, где измельчается до состояния муки; полученная масса сушится и поступает в пресс-гранулятор, в котором сжимается в гранулы. При прессовании повышается температура массы, и лигнин, содержащийся в древесине, размягчается и склеивает частицы в плотные цилиндры.

По оценке СУПР, в России за 2019 году было произведено 1,9 млн тонн древесных топливных гранул.[5] Высокая цена является недостатком пеллет, поэтому их большую часть отправляют на экспорт, а не используют в качестве местного топлива.

В настоящее время средняя цена на 1 т топливных брикетов (с учетом затрат на транспортировку) составляет 5000 р., каменного угля – 2000...3000 р. Таким образом, применение топливных брикетов как местного топлива регламентируется их ценой.

Проблема внедрения биотоплива обусловлена наличием традиционно используемых горючих материалов. Газ и уголь являются основными ресурсами нашей страны, поэтому осуществление перехода на биотопливо, без существенной поддержки государства, будет являться сложной задачей.

Конкурентами ДЦК на сегодняшний день являются пено и газобетоны, получившие широкое распространение в качестве строительных материалов.

Объемы работ предприятий, производящих ДЦК (Арболит 33, Тимфорт, Sibar) не превышают 100 тыс. м³ в год, что является незначительной величиной в сравнении с объемом производства газобетона - 16 млн. м³.

Проблема распространения ДЦК в России объясняется тем, что психология потребителя сформировала достаточно неоднозначное отношение к использованию вторичных ресурсов. Тем временем за рубежом применение материалов на основе древесно-вяжущих композитов и их аналогов в зарубежных странах распространено достаточно широко. В нашей стране производители древесно-цементных композиционных материалов работают в формате индивидуальных застройщиков – энтузиастов, экспериментаторов и

пока не могут претендовать на освоение обширного рынка строительных материалов для малоэтажного строительства.

При производстве топливных гранул, производитель сталкивается со следующими проблемами: отсутствует готовая инфраструктура заготовки и хранения топливных ресурсов биомассы, в том числе - технологии, учитывающие местные условия; разрушены механизмы взаимодействия предприятий различных отраслей, отсутствует государственное регулирование обоюдных взаимоотношений потребителей и поставщиков основных видов топливных ресурсов биомассы - отходов древесины и соломы; отсутствует эффективная система государственного стимулирования использования альтернативных видов топлива; отсутствует эффективная система государственной поддержки в регионах создания и внедрения инновационных технологий; не развиваются промышленные предприятия, резко ограничиваются возможности внедрения энергетических технологий на биомассе.

Для производства топливных гранул требуется больше оборудования, чем для производства ДЦК. Топливные гранулы должны храниться в специально обустроенном месте, без возможности проникновения влаги.

Стоит сказать, что перевозка пеллет в контейнерах морем или в тентах автотранспортом нерентабельна. На больших расстояниях эффективны только морские перевозки топливных гранул судовыми партиями в несколько тысяч тонн.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день существует многообразие технологий переработки древесных отходов, но ни одна из них в полной мере не решает проблему переработки всех объемов.

Объемы таких отходов, как щепка и опилки существенны и их также необходимо перерабатывать.

Выполнить однозначный прогноз спроса на ДЦК и топливные гранулы очень сложно, поскольку он будет зависеть от множества неконтролируемых факторов, требуемых дальнейшего изучения.

Производства топливных гранул и ДЦК имеют определенные достоинства и недостатки. Ни одна из технологий не имеет явных подавляющих преимуществ, т.к. любой из них присущи объективные ограничения.

Библиографический список

1. Материалы из отходов переработки древесины и другого растительного сырья / Ecolog Natural / [Электронный ресурс] URL : <http://www.ecolognatural.ru/enats-818-1.html>
2. Образование, классификация и использование отходов древесины / справочник «Экология» / [Электронный ресурс] URL : <https://ru-ecology.info/post/100909100040018/>

3. Степанов В.И. Отходы лесной промышленности и их использование в национальном использовании / В.И. Степанов, Н. А. Мезина // Вестник РЭУ. – 2012. - № 3. – с.83 – 88.

4. Плюсы и минусы арболита – как выбрать арболитовые блоки для строительства дома / MoyDomik.net / [Электронный ресурс] URL: <http://moydomik.net/materialy/stenovye/373-preimushhestva-nedostatki-arbolita.html>

5. Объемы экспорта Российских пеллет выросли на 15 процентов / Журнал «Международная биоэнергетика» / [Электронный ресурс] URL : <http://www.infobio.ru/news/4735.html>.

УДК 674.05:004.2

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЧЕТА ВЫБРОСОВ ФОРМАЛЬДЕГИДА В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

В.А. Романов⁽¹⁾ к.т.н., доцент

Б.Н. Прусс⁽¹⁾ к.т.н., доцент

Я.С. Прозоров⁽²⁾ к.т.н., доцент

О.В. Зайцева⁽²⁾ магистрант

⁽¹⁾ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск

⁽²⁾ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск

E-mail : prussbor@gmail.com

В статье описана программа для учета выбросов формальдегида в производстве мебели. Описана структура разработанного программного обеспечения. Приведен пример его использования для расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: информационные технологии, программное обеспечение, облицовывание мебельных щитов, выделение свободного формальдегида, учет.

APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES FOR ACCOUNTING EMISSIONS OF FORMALDEHYDE IN FURNITURE MANUFACTURE

V.A. Romanov⁽¹⁾ Ph.D., Associate Professor

B.N. Pruss⁽¹⁾ Ph.D., Associate Professor

Y.S. Prozorov⁽²⁾ Ph.D., Associate Professor

O.V. Zaitseva⁽²⁾., Master's Degree student

⁽¹⁾ Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
«Bryansk State Engineering and Technology University», Bryansk

⁽²⁾ Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
«Bryansk State Technical University», Bryansk
E-mail : prussbor@gmail.com

The article describes a program for recording formaldehyde emissions in furniture production. The structure of the developed software is described. An example of its use for calculating the payment for the negative impact on the environment is given.

Key words: information technology, software, lining of furniture panels, the allocation of free formaldehyde, accounting.

Формальдегид — одно из приоритетных загрязняющих веществ не только атмосферы и воздуха производственных помещений, но и воздуха общественных и жилых зданий. С каждым годом количество российских городов с повышенным содержанием формальдегида в атмосфере всё возрастает. Снижение содержания формальдегида в воздухе относится к актуальной экологической проблеме, связанной с эмиссией формальдегида из готовых изделий, получаемых с использованием карбамидоформальдегидных смол.

Существует множество источников выделения формальдегида в атмосферу, среди которых производство щитовых мебельных заготовок.

Формальдегид подлежит контролю на федеральном уровне, также как и диоксид азота, оксид углерода и углеводороды [1].

Одним из показателей нормирования выбросов является количество выделений свободного формальдегида, которое рассчитывается по методике [2]. Предельно допустимая разовая концентрация вещества в воздухе жилых помещений составляет 0,035 мг/м³, а среднесуточная – 0,003 мг/ м³.

На выделения свободного формальдегида при облицовывании щитов влияют многочисленные факторы, среди которых можно выделить: площадь облицовываемой детали; содержание свободного формальдегида в клее; способ склеивания и др.

Для расчета объемов выделения свободного формальдегида в процессе производства мебельных щитов разработана специальная программа [3], которая написана на языке Object Pascal. Программа позволяет рассчитать площадь склеиваемых поверхностей заготовок, загрузку прессового оборудования, объем выбросов вредных веществ, суммы платежа за негативное воздействие на окружающую среду. Каждый расчет выполняется с помощью отдельных подпрограмм. Для взаимодействия с программой используются специально разработанные экранные формы [4].

Для расчета загрузки пресса пользователь заполняет базу данных: выбирает марку пресса, вводит годовую программу выпуска изделия и спецификацию деталей. Предварительно рассчитывается эффективный фонд времени работы оборудования.

На рисунке 1 показан вид экранной формы с заполненными таблицами базы данных.

Изделие	Год. программа
knjiная полка	40000

Детали	Длина	Ширина	Количество	В заправке	Оперативное время
стенка боковая	300	250	2	28	0,2468
стенка горизонтальная	700	250	2	14	0,4936

Пресс	Длина	Ширина	Этажи	Время цикла
ДНКА-14	2700	1700	8	12
МОП-2	2000	1000	2	12,6
Венженер	3800	1400	1	14
АКДА-4938-1	3300	1800	1	60

расчетное кол-во	0,0831386932
допустимое кол-во	1
допустимые.%перегрузок	18

Рисунок 1.- Вид формы подпрограммы для расчета загрузки пресса

Для расчета объемов выбросов формальдегида пользователю необходимо выбрать материалы, на которые наносится клей, марку клея, группу сложности, способ нанесения клея, облицовочный материал и параметры облицовываемого материала. Нажав соответствующие кнопки, пользователь может рассчитать количество формальдегида, выделяющегося из 1 м² площади облицовываемой заготовки, количество выделений формальдегида при облицовывании деталей в год и сумму платежа. На рисунке 2 представлен вид формы для расчета количества выделений свободного формальдегида при облицовывании мебельных щитов и расчета суммы платежа за негативное воздействие на окружающую среду.

Материал: ДСП
Клей: КФЖ(М)
Облиц. материал: Шпон лущ. и строг.
Элемент облицовывания: щиты
Нанесение: С дозирующим устройством
Группа сложности: 1

Количество формальдегида, выделяющегося при облицовывании, кг/м2: 0,000255

Количество формальдегида, выделяющегося при облицовывании, кг/год: 320,47335936

Цена за 1т, руб.: 1823,6
Кэффициент: 1,08

Сумма платежа, тыс.руб.: 0,6312

Рисунок 2.- Вид формы для расчета количества выделений свободного формальдегида

Разработанная программа может быть использована предприятиями и территориальными управлениями по охране окружающей среды, специализированными организациями, проводящими работы по нормированию выбросов и контролю за соблюдением установленных нормативов предельно допустимых выбросов формальдегида.

Библиографический список

1. Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду: постановление Правительства РФ от 03.03.2017 № 255// Собрание законодательства РФ. - 13.09.2016. - № 913 – ст. 16.3

2. Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности. Введ. 01.2001. - Петрозаводск: НИИ Атмосфера, 1992. - 100 с.

3. Автоматизированный расчет загрузки прессов для горячего прессования и объемов выбросов свободного формальдегида/ Романов В.А., Шевелева О.С.// Актуальные проблемы развития лесного комплекса и ландшафтной архитектуры: материалы международной научно-практической конференции. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет. - 2016. - С. 262-265.

4. Проектирование интерфейса АРМ коменданта общежития/ Прусс Б.Н., Романов В.А.// Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее: сборник статей XII Международной научно-практической конференции состоявшейся 10 октября 2017 г. в г. Пенза. В 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. – С.36-38.

УДК 630*375.4

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОХОДИМОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН НА ОТТАИВАЮЩИХ ПОЧВОГРУНТАХ КРИОЛИТОЗОНЫ

С.Е. Рудов, к.т.н., старший преподаватель

ФГКВОУ ВПО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного», пр. Ихорецкого, 3, К-64, Санкт-Петербург, 194064,
Российская Федерация
E-mail: ntobumdrevprom@mail.ru

В статье рассмотрены эффективные технические и организационные мероприятия, направленные на обеспечение проходимости лесных машин в условиях слабонесущих почвогрунтов.

Ключевые слова: лесные машины, лесозаготовки, слабонесущие почвогрунты, леса криолитозоны.

MEASURES TO INCREASE THE PASSABILITY OF FOREST VEHICLES ON THAWING SOILS OF THE CRYOLITH ZONE

S. E. Rudov, Ph. D., senior lecturer

Military academy of communications named after Marshal of the Soviet Union
S. M. Budyonny, Tikhoretsky Ave., 3, K-64, Saint Petersburg, 194064, Russian
Federation

E-mail: ntobumdrevprom@mail.ru

The article considers effective technical and organizational measures aimed at ensuring the patency of forest vehicles in conditions of low-weight soils.

Key words: forest machines, logging, low-growing soils, cryolithozone forests.

Леса, произрастающие в зоне распространения вечной мерзлоты, занимают более 30% лесопокрытой площади РФ. В них сосредоточено около 10 млрд. м³ ценной хвойной древесины. Очень важны экологические функции лесов криолитозоны. Лесные экосистемы криолитозоны обладают невысоким биоразнообразием и низкой продуктивностью, слабым восстановительным потенциалом, повышенной чувствительностью к негативным воздействиям. Актуальность темы работы обоснована целым рядом обстоятельств. Во-первых, началом реализации семи крупнейших инвестиционных проектов в области освоения лесов Дальнего Востока, которые предусматривают кратное увеличение объемов заготовки древесины, при помощи современных машинных комплексов, которые, в основном, представлены колесными машинами большой мощности и грузоподъемности, если говорить о трелевочных машинах. Причем большая часть объемов этих лесозаготовок приходится на спелые и перестойные эксплуатационные лесные массивы на мерзлотных почвогрунтах, также называемые лесами криолитозоны. Во-вторых, очевидным резким потеплением климата, в том числе в регионах, в которых расположены леса криолитозоны. В-третьих, существенным пробелом в области теоретических и практических исследований процессов взаимодействия движителей колесных лесных машин с мерзлотными почвогрунтами.

Поэтому цель исследования можно сформулировать в виде обоснования мероприятий по повышению проходимости лесных машин на оттаивающих почвогрунтах криолитозоны.

Для достижения цели необходимо определить наиболее предпочтительные технические и организационные мероприятия, способствующие снижению колеобразования в условиях оттаивающих почвогрунтов криолитозоны.

Материалы и методы исследования. Лесозаготовительные работы в районах с резко континентальным климатом характеризуются крайне сложными, можно сказать, экстремальными сезонно-климатическими условиями. Так, в традиционные зимние периоды заготовки древесины лесные

машины работать не могут из-за чрезвычайно низких температур (до -60°C и ниже), при которых не выдерживают металл и гидравлика [1]. Весенне-летний период устойчивого проведения лесосечных работ и вывозки заготовленной древесины сравнительно невелик, но и он характеризуется либо достаточно высокими (до $40-45^{\circ}\text{C}$) дневными температурами либо быстрыми переходами температуры окружающего воздуха от отрицательных значений к положительным. Этим можно объяснить необходимость приостановки лесозаготовительного процесса на большей части лесосек из-за интенсивного оттаивания мерзлотных почвогрунтов [2].

В настоящее время подавляющее большинство лесозаготовительных предприятий России, осуществляющих машинную заготовку древесины, оснащены колесной техникой импортного производства, в основном представленной харвестерами и форвардерами [3].

Первое, что может помочь лесозаготовителю, при работе на слабонесущих почвогрунтах это выбор правильного типа моногусениц. Типов моногусениц для колесных машин существует достаточно много, как и их производителей.

Еще одним вариантом снижения давления форвардера на почвогрунт, и, соответственно, повышения его проходимости, может быть снижение его рейсовой нагрузки, за счет не полного набора трелюемой пачки. А также укладка харвестером кроновой части деревьев на трелевочные волокна для их укрепления.

Однако, именно правильный выбор моногусеницы является большей составляющей части успешного освоения лесосеки на слабонесущих почвогрунтах. Моногусеницы ECO-Baltic и ECO-Magnum имеют наибольшие опорные поверхности, за счет чего проходимость машин на слабонесущих почвогрунтах существенно повышается. Следует также отметить, что использование гусениц позволяет заметно снизить износ колес, правда при этом наблюдается повышенный расход топлива, примерно, на 15%.

Конечно, приобретение дополнительного типа моногусениц, отдельно для лесосек на слабонесущих почвогрунтах является дополнительными затратами для лесозаготовительного предприятия. Стоимость такой моногусеницы, примерно, в два раза выше, чем обычной, за счет повышенного расхода металла и специальных технологий ее изготовления. Видимо этим объясняется тот факт, что очень немногие российский лесозаготовители их приобретают, хотя большинство сталкивается с проблемой освоения лесосек на слабонесущих почвогрунтах.

В условиях слабонесущих почвогрунтов эффективно работают машины с конструкцией ходовой системы (тандемных тележек), которая заключается в использовании принципа несбалансированного тандема. Такие тандемы, например, устанавливаются на машины компании Ponsse. Конструктивные отличия такой трансмиссии позволяют существенно упростить, сделать надежнее, легче, и удешевить данный узел, а также значительно повысить проходимость машины, за счет того, что при преодолении препятствия, первое колесо переднего тандема не давит на почвогрунт, до момента схода с

препятствия заднего колеса переднего тандема. А это означает, что машина всегда имеет максимально возможную опорную площадь, и, соответственно, минимальное давление на почвогрунт.

На слабонесущих почвогрунтах конструкция несбалансированных тандемов позволяет машинам идти по верху, не зарываясь в почвогрунт.

Еще одним важным мероприятием при освоении лесосек на слабых почвогрунтах является выбор оптимальной схемы размещения трелевочных волоков, с учетом необходимого числа проходов трелевочных машин по каждому участку и тяготеющему к ним запасу вырубаемой древесины.

Известен принцип подбора трелевочной техники, например, форвардеров, который заключается в том, что чем больше среднее расстояние трелевки, тем более мощный и грузоподъемный, а следовательно, и тяжелый подбирается трактор.

В условиях слабонесущих почвогрунтов данное управленческое решение будет далеко не всегда оптимальным. И, как показывает практика, вместо одной тяжелой машины лучше могут справиться несколько легких форвардеров, например, на базе тракторов МТЗ, которые также можно оснастить моногусеницами [5].

При освоении сложных участков, таких как участки со слабой несущей способностью почвогрунтов, очень многое зависит от квалификации и добросовестности оператора [6]. Даже самую совершенную машину по невнимательности и неопытности, можно притопить. В этом случае необходимо сразу заглушить машину, и перед ее буксировкой с топкого участка надо откопать. Лучше всего при помощи экскаватора, для работы которого надо выстелить площадку порубочными остатками.

На случай такой ситуации крайне желательно оснащать операторов лесных машин рациями и фонариками, чтобы они могли оперативно запросить помощь.

Выводы и заключение. Для эффективного освоения лесосек на слабонесущих почвогрунтах, таких как оттаивающие почвогрунты криолитозоны, необходимо использовать специальные моногусеницы, ограничивать нагрузку на трелевочные машины, оптимизировать сеть размещения трелевочных волоков, и в местах, на которые приходится максимум грузовой работы укреплять их порубочными остатками и т.п.

Библиографический список

1. Григорьев, И.В. Особенности эксплуатации лесных машин в сильные морозы // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности / Сборник трудов по итогам международной научно-технической конференции молодых ученых. – Могилёв: Белорусско-Российский университет, 2018. С. 102.

2. Григорьев И.В., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И. Перспективы модульных систем машин для лесозаготовительного производства в Якутии / И.В. Григорьев, М.Ф. Григорьев, Д.И. Степанова // Актуальные направления

научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5. № 9 (35). С. 74-77.

3. Хахина А.М., Григорьев И.В., Газизов А.М., Куницкая О.А. Статистический анализ параметров колесных трелевочных машин / А.М. Хахина, И.В. Григорьев, А.М. Газизов, О.А. Куницкая // Хвойные бореальной зоны. 2018. Т. 36. № 2. С. 189-197.

4. Григорьев, И.В., Рудов, С.Е. Особенности эксплуатации колесных лесных машин в сложных почвенно-грунтовых и рельефных условиях // Forest Engineering /Сборник трудов по итогам научно-практической конференции с международным участием. – Якутск: ЯГСХА, 2018. С. 67-71.

5. Григорьев, И.В., Чураков, А.А. Совершенствование конструкции активного полуприцепа форвардера на базе сельскохозяйственного колесного трактора // Транспортные и транспортно-технологические системы / Сборник трудов по итогам Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТИУ, 2018. С. 84-88.

6. Куницкая, О.А., Григорьев, И.В. Оценка эффективности работы операторов лесных машин // Транспортные и транспортно-технологические системы / Сборник трудов по итогам Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТИУ, 2019. С. 184-188.

УДК 621.935

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТКИ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

Ю. А. Савинова, студент

С. Н. Долматов, доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и
технологии имени
академика М. Ф. Решетнева», г. Красноярск
E-mail: savinova.yulya98@gmail.com

В статье проведен анализ одного из способов обслуживания пильного механизма ленточных пил – обкатка, выявлены последствия пренебрежения данным способом, а также рассмотрены общие правила обкати.

Ключевые слова: обкатка, ленточные пилы, пильный механизм, лесная промышленность.

ANALYSIS OF BAND SAW RUNNING -IN TECHNOLOGY

Y. A. Savinova , student

S. N. Dolmatov, associate Professor

Siberian state University of science and technology

academician M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk

E-mail: savinova.yulya98@gmail.com

The article analyzes one of the ways of servicing the saw mechanism of band saws – running-in , reveals the consequences of neglecting this method, and also considers the General rules of running- in.

Keywords: running-in , band saws, saw mechanism, forest industry.

Лесная промышленность — это комплекс отраслей российской промышленности, объединённый заготовкой и переработкой древесины.

Российские леса покрывают площадь в 800 млн га, что составляет порядка 45% территории страны. Россия обладает пятой частью мировых запасов древесины [1].

Наиболее распространённым видом использования лесов как по площади, так и по объёму платежей в бюджетную систему остается заготовка древесины. Запасы древесины в России составляют 82,8 млрд куб. м. Величина ежегодной расчетной лесосеки составляет 704,0 млн куб. м. [2].

На территории Российской Федерации находится значительное количество лесозаготовительных предприятий, которые занимаются не только заготовкой, но и переработкой древесины [3]. Для этих целей используется множество видов техники и оборудования, одними из которых являются ленточные пилы.

Ленточные пилы широко используются в лесозаготовительной промышленности, как при первичной обработке древесины, так и при заготовке различных металлических изделий и резке профильного металла. Также, возможность получения криволинейного реза делает ленточные станки достаточно эффективными при использовании в мебельной промышленности, многозадачных заготовительных цехах и столярном деле [4].

При такой работе не маловажным фактором является правильная эксплуатация и своевременное обслуживание пильного механизма, которые не только увеличивают срок службы, но и позволяют не терять производительность, в связи с преждевременным устранением неблагоприятных факторов.

Цель исследования можно представить следующим образом: это анализ технологии обкатки ленточных пил, представленной на предприятии ООО «Ленточка».

Задачи исследования: получение сведений о данной технологии, а также общих правил обкатки пил.

На сегодняшний день производители ленточных пил предлагают в целях более длительной эксплуатации производить в обязательном порядке обкатку пил. Это подразумевает повышения ресурсы пилы на 40% при соблюдении технологического процесса распиливания с учетом свойств материалов.

Новая ленточная пила после фрезерования имеет острые как бритва кончики зубьев. Чтобы выдержать режущие давление, возникающие при резке ленточной пилой, вершина зуба должна пройти притирку (хонинговаться),

чтобы сформировался микрорадиус. Если не выполнять так называемой притирки и начать процесс резания с высоким давлением (усилием подачи), то это вызовет появление микроскопических повреждений на кончиках зубьев, что приведет к снижению срока службы ленточной пилы (рис.1). Правильное выполнение обкатки значительно продлевает срок службы. Обкатку проводят на том материале, с которым планируется дальнейшая работа.

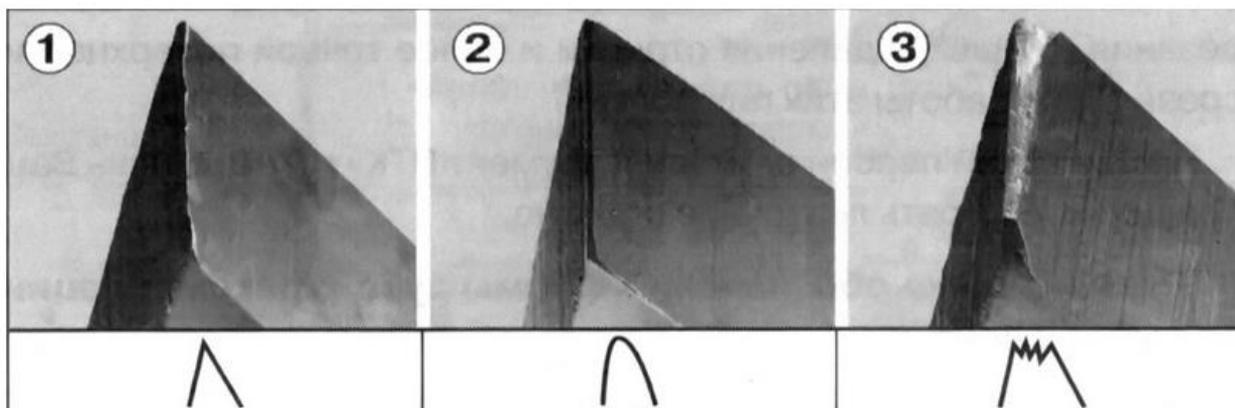


Рис 1. Кончики зубьев пильного механизма: 1) Новое полотно имеет острые грани с несформированным микрорадиусом; 2) Пила после обкатки; 3) Не обкатанная пила после эксплуатации в рабочих режимах резания.

Общие правила обкатки ленточных пил:

1. Определение соответствующей скорости подачи для распиливаемого материала.
2. Начало процесса врезания в материал с пониженной скоростью подачи пилы, достигая производительности резания приблизительно на уровне от 20 до 50% от стандартных значений. Мягкие материалы требуют большего понижения производительности резания, чем более труднообрабатываемые.
3. После того, как пила войдет в материал на полную ширину лезвия, скорость подачи может быть слегка увеличена на 5-10%.
4. После того, как пила достигает середины разрезаемого материала, скорость подачи немного увеличивается. До конца распила материала не увеличивать скорость подачи.
5. Следующий рез начинается с показателей подачи, которые были в конце предыдущего реза. Плавно увеличиваем скорость подачи после того, как пила достигнет середины материала.
6. Процедура будет закончена, если суммарная площадь резания при обкатке не составит 150-300 см².

Примечание: В процессе обкатки, в случае появления чрезмерного шума и вибрации, необходимо снизить и плавно регулировать скорость подачи. Как только лезвие обкатано, используйте рекомендуемую скорость подачи.

Выводы:

1) В ходе получения информации было выявлено, что обкатка является одним из важнейших этапов обслуживания пильного механизма, выполнение которой не только предотвращает появление микроскопических повреждений на кончиках зубьев, но и значительно продлевает срок службы пильного механизма пилы.

2) Для качественной и правильной обкатки необходимо придерживаться ряда правил, позволяющих проводить данный процесс поэтапно и без ошибок, тем самым, избегая появления проблем при последующем использовании и обслуживании пилы.

Библиографический список

1) Лесная промышленность в России. [Электронный ресурс]. URL: <http://novaya-rossia.ru/news/news/lesnaya-promyshlennost-v-rossii-klyuchevye-problemy-vyzovy-i-perspektivy-otrasli.php> (Дата обращения 01.03.2020)

2) Лесозаготовка в России: состояние и целевое видение. [Электронный ресурс]. URL <https://proderevo.net/industries/wooden-logging/lesozagotovka-v-rossii-sostoyanie-i-tselevoe-videnie.html/> (Дата обращения 01.03.2020)

3) Лесозаготовительные предприятия Красноярского края. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.palki.ru/catalog120/okrug3/region42/> (Дата обращения 01.03.2020)

4) Ленточные пилы – все, что важно знать! [Электронный ресурс]. URL: http://techno58.ru/mudrost/lentochnye_pily_-_vse_chno_vazhno_znat/ (Дата обращения 22.02.2020).

УДК 630.3

АМКОДОР-ОНЕГО ФЛАГМАН ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОГО ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Ю.А. Савинова⁽¹⁾, студент, гр. БДД16-01

Е.В. Палкин⁽¹⁾, старший преподаватель, каф. АТТМ, ИЛТ

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация

⁽¹⁾ E-mail: Savinova.yuliya98@gmail.com

В статье представлены результаты исследований практической реализации политики правительства РФ в области импортозамещения применяемых машин и оборудования лесозаготовок. Материалы исследований могут использоваться при планировании и реализации мероприятий технологического освоения лесосечных работ.

Ключевые слова: АМКОДОР-ОНЕГО, импортозамещение, отечественное лесное машиностроение, харвестер, форвардер

AMKODOR-ONEGO IS THE FLAGSHIP OF IMPORT SUBSTITUTION OF THE RUSSIAN FOREST ENGINEERING INDUSTRY

Y.A. Savinova, student of BDD16-01
E.V. Palkin, Senior lecturer, Department ATTM, ILT

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: Savinova.yuliya98@gmail.com

The article presents the results of research on the practical implementation of the Russian government's policy in the field of import substitution of used logging machines and equipment. Research materials can be used in planning and implementing measures for technological development of logging operations.

Keywords: AMKODOR-ONEGO, import substitution, domestic forest engineering, harvester, forwarder

В настоящее время Правительством РФ поставлены задачи по развитию отечественного машиностроения. Их исполнение должно обеспечить экономическую и технологическую независимость страны, импортозамещение применяемых машин и оборудования. Данные задачи актуальны и для развития лесопромышленного комплекса и обеспечивающего его нормальную деятельность - лесного машиностроения.

Действующие отечественные предприятия лесного машиностроения не обеспечивают качество и необходимый технический уровень выпускаемой лесной техники. Не соответствует современному мировому уровню и качество выпускаемого деревообрабатывающего оборудования, которое значительно уступает импортным аналогам по показателям материало- и энергоемкости. Отраслевая научно-исследовательская и проектная база развития лесного машиностроения фактически разрушена. Перестала существовать база сервисного и эксплуатационного обслуживания отечественной лесной техники [1].

В Республике Беларусь, фирмой АМКОДОР серийно выпускаются современные лесозаготовительные машины - харвестеры и форвардеры, разработанные на базе колесных лесных машин собственного производства.

Они оснащаются необходимым технологическим оборудованием (харвестерными головками, бортовыми компьютерами и т. д.) зарубежного производства. Лесные машины, выполнены на базе специализированных шарнирно-сочлененных шасси с колесной формулой 6К6 и 8К8 (харвестеры и форвардеры) или на базе тракторов общего назначения 4К4 (трелевочные машины с канатно-чокерным оборудованием). Стоимость выпускаемых харвестеров и форвардеров ниже стоимости зарубежных машин Ponsse и John Deere того же класса и назначения. По технико-экономическим показателям, удельным и капитальным затратам, заготовка леса сортаментами производимыми комплексами машин вполне конкурентоспособна с традиционной заготовкой в хлыстах и заготовкой сортиментов комплексами машин отечественного производства [1]. Харвестеры АМКОДОР 2541 и форвардеры АМКОДОР 2682-01 второй год поставляются на экспорт в Польшу [2].

Благоприятная ситуация, складывающаяся в настоящее время в экономике России, связанная с высоким курсом основных иностранных валют по отношению к рублю, позволяет возродить отечественное лесное машиностроение на базе отечественных разработок в рамках программы импортозамещения.

В России имеется лишь небольшой опыт разработки технологического оборудования (харвестерных головок), а так же создания харвестеров и форвардеров на базе колесных специальных тракторов с зарубежным технологическим оборудованием [3]. Этот опыт, а также результаты белорусского производства харвестеров и форвардеров показывают, что задача импортозамещения может быть успешно решена. Для этого необходимо базовые машины и часть технологического оборудования производить на российских предприятиях. В то же время часть оборудования, производство которого в ближайшей перспективе не освоить (харвестерные головки, бортовые компьютеры и др.), так как их разработка была прекращена в 90-е года, необходимо закупать за рубежом. При этом стоимость комплексов машин российского производства не должна превысить стоимость машин того же класса и назначения производства Республики Беларусь, а, следовательно, их применение будет достаточно эффективно.

Следуя данным путем, было принято решение о создании на территории РФ инвестиционного проекта «Амкодор-Онего», получившего поддержку от президентов России и Белоруссии. Инвестиционный контракт рассчитан на 10 лет и предусматривает производство современной лесозаготовительной техники: колесных харвестеров и форвардеров среднего и тяжёлого класса и комплектующих на базе Онежского тракторного завода. В реконструкцию и оснащение ООО «Амкодор-Онего» планируется вложить инвестиций на общую сумму 18 млрд. рублей, и создать на базе Онежского тракторного завода – современное, высокотехнологичное предприятие с высоким уровнем автоматизации и роботизации производственных процессов, с предполагаемым числом рабочих мест свыше 500. Государством предусматривает предоставление новому производству ряда налоговых льгот и преференций

[4,5]. Благодаря наличию в регионе квалифицированных кадров и профильных инжиниринговых компетенций, а также обеспеченности Республики Карелия лесными ресурсами, компанией «Амкодор» отмечена перспективность этого региона для организации производства новых моделей техники. На создаваемом предприятии поэтапно будут освоены все наиболее значимые производственные операции по изготовлению лесозаготовительной техники и компоненты, необходимые для ее производства. Проектом предусматривается выпуск не менее 1 тысячи машин в год, постановка в производство не менее 10 моделей современной лесозаготовительной техники, создание инженерно-технологического и сервисного центра. Кроме того, на новом заводе в Петрозаводске будет локализовано производство элементной базы – трансмиссий (в том числе тандемных мостов), харвестерных головок и манипуляторов. Таким образом, планируется создать на базе одного из старейших заводов России – «Онежского тракторного завода» – современное, технологичное предприятие с высоким уровнем автоматизации и роботизации производственных процессов.

Лесозаготовительные машины АМКОДОР будут на 100% состоять из комплектующих, выпускаемых на территории Союзного государства. При этом они будут соответствовать международным стандартам в области эффективности, экономичности, эргономики, безопасности труда, а также современным требованиям лесной сертификации в области охраны окружающей среды. В перспективе планируется выпуск не только техники для лесозаготовительной сферы, но и машин для ухода за лесами, их восстановления.

На первом этапе реализации проекта будет организовано производство техники из машино-комплектов, выход завода на проектную мощность запланирован к 2030 году. Продукция завода будет реализовываться преимущественно потребителям Российской Федерации, а также в страны СНГ, страны ЕС и другие перспективные регионы. В дальнейшем на предприятии «Амкодор-Онега» планируется производство новых моделей харвестеров АМКОДОР FH3081 и форвардеров АМКОДОР FF1681 тяжелого класса, полностью соответствующих мировым стандартам, выполненным в современном дизайне и отличающихся повышенной надежностью, производительностью и комфортностью рабочего места оператора. Постепенно завод перейдет от крупноузловой сборки на полный цикл производства – начиная от раскроя металла до покраски машин. Летом 2019 г. прошел торжественный пуск первого собранного шестиколесного форвардера АМКОДОР 2662-01 [6]. А с начала марта 2020 г. с завода первые сошли харвестеры АМКОДОР 2561, предназначенные для проведения рубок главного пользования. В настоящее время в РФ действуют льготные программы приобретения лесных машин при поддержке Минпромторга РФ: льготная программа лизинга (скидка 10-15%) в рамках Постановления №518 и льготная программа поставки техники потребителю (скидка 10%) в рамках Постановления №547 [7].

Таким образом, налаживание выпуска современных лесозаготовительных машин на заводе «Амкодор-Онего» показывает успешную практическую реализацию импортозамещения и получение нового успешного опыта, способного в дальнейшем быть опорой при расширении географии предприятий отечественного лесного машиностроения.

Разработка и выпуск машин на базе тракторов отечественного производства, с технологическим оборудованием производства известных импортных брендов, является важным шагом на пути создания лесных машин с собственным технологическим оборудованием. Важнейшей задачей является не только совершенствование отечественной лесозаготовительной техники, но и резкое увеличение объемов производства. Решение этих задач возможно только при государственной поддержке. При выполнении этого условия можно создавать предпосылки для внедрения новых технологии лесозаготовок и избавиться от импорта лесозаготовительных машин.

Библиографический список

1. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В., Васильев А.С. // Тенденции развития современного российского лесного машиностроения. Инженерный вестник Дона, №2 (2016) [Электронный ресурс]. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3561> (дата обращения 20.02.2020).

2. Холдинг «АМКОДОР» наращивает присутствие на рынке Европы [Электронный ресурс]. URL: http://amkodor.by/press_room/news/novosti_2019_goda/kholding_amkodor_narashchivaet_prisutstvie_na_rynke_evropy (дата обращения 24.02.2020).

3. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Питухин А.В., Галактионов О.Н. Производство лесосечных работ: Технология и техника. Петрозаводск: ПетрГУ, 2015. 367с.

4. Лесозаготовительную технику АМКОДОР будут производить в России [Электронный ресурс]. URL: <https://lpk-sibiri.ru/news/v-rossii-sozdatut-proizvodstvo-sovremennoj-lesozagotovitelnoj-tehniki/> (дата обращения 24.02.2020).

5. «Амкодор-Онего» приступил к строительству. [Электронный ресурс]. URL: <http://lesregion.ru/main/3873-amkodor-onego-pristupil-k-stroitelstvu.html> (дата обращения 24.02.2020).

6. Первая лесная машина собрана в ООО «Амкодор-Онего» [Электронный ресурс]. URL: http://amkodor.by/press_room/news/novosti_2019_goda/pervaya_lesnaya_mashina_s_obrana_v_ooo_amkodor_onego/ (дата обращения 24.02.2020).

7. С конвейера завода в Петрозаводске сошли первые харвестеры АМКОДОР 2561 [Электронный ресурс]. URL: http://amkodor.by/press_room/news/novosti_2020/s_konveyera_zavoda_v_petrozavodske_soshli_pervye_kharvestery_amkodor_256 (дата обращения 24.02.2020).

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАКТОРНЫХ ЛЕСНЫХ ПРИЦЕПОВ СОРТИМЕНТОВОЗОВ НА МАЛООБЪЕМНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

Ю.А. Савинова⁽¹⁾, студент, гр. БДД16-01
Е.В. Палкин⁽¹⁾, старший преподаватель, каф. АТТМ, ИЛТ

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им.
академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская
Федерация

⁽¹⁾ E-mail: Savinova.yuliya98@gmail.com

В статье представлены результаты исследований применения тракторных прицепов сортиментовозов на трелёвке и вывозке древесины колесными тракторами на лесозаготовках. Материалы исследований могут использоваться при планировании и реализации мероприятий технологического освоения малообъемных лесосек.

Ключевые слова: тракторные прицепы сортиментовозы, импортозамещение, колесные тракторы, форвардер

THE USE OF TRACTOR FOREST TRAILER SHORT LOW-VOLUME LOGGING

Y.A. Savinova, student of BDD16-01
E.V. Palkin, Senior lecturer, Department АТТМ, ІLТ

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: Savinova.yuliya98@gmail.com

The article presents the results of research on the use of tractor trailers for grading and removal of wood by wheeled tractors for logging. Research materials can be used in planning and implementing measures for technological development of low-volume cutting areas.

Keywords: tractor trailers, assortment carriers, import substitution, wheeled tractors, forwarder

Основными задачами лесопромышленного сектора экономики РФ являются - повышение эффективности лесопользования, увеличение объемов заготовки древесины на всех видах рубок леса при соблюдении критериев неистощительного и устойчивого лесопользования. Для увеличения объема заготовки необходимо создание и ввод в эксплуатацию новых специальных лесных машин, которые при приемлемом уровне стоимости показывали бы

высокую производительность и не наносили вреда окружающей среде. Колесные тракторы являются перспективной базой для лесных машин - по сравнению с гусеничными, производительность у них выше за счет более высоких транспортных скоростей [1].

В настоящее время в условиях ограниченности лесных ресурсов, увеличение расстояния транспортировки и других неблагоприятных факторов лесозаготовители вынуждены все больше уделять внимание интенсивной форме ведения лесопользования и увеличивать долю малообъемных рубок. При этом изучается опыт работы в европейских странах при аналогичных условиях. Для снижения затрат, предлагается внедрение лесных тракторных прицепов при заготовке сортиментов на технологических операциях трелёвки и вывозки лесоматериалов. Для их применения могут использоваться, в том числе и обычные сельскохозяйственные колесные тракторы. Эти тракторы универсальны и многофункциональны, имеют технологическую гибкость и оперативность, эргономичны, и подобное тракторное оборудование все чаще приходит на помощь лесозаготовителям. Принцип работы тракторного прицепа максимально приближен к технологическим возможностям форвардера – лесной погрузочно-транспортной машине. Возможность передвижения по дорогам общего пользования на участках прямой вывозки лесоматериалов до потребителя расширяет область применения прицепов [2,3,4].

Преимуществом использования сельскохозяйственных тракторов с прицепами сортиментовозами являются возможности их обеспечения собственным приводом колес, погрузочным манипулятором, пневмо- или гидравлическими тормозами. Это техническое решение позволяет получить высокую производительность, в том числе и экстремальных труднопроходимых условиях, а также позволяет сэкономить бюджет. Что является прогрессивной малозатратной технологией, позволяющей сократить численность машин и механизмов на лесозаготовках и отказаться от дорогостоящей специализированной лесной техники - форвардеров. Современные тракторные **прицепы сортиментовозы** оснащенные погрузочными манипуляторами с грейферными захватами, приводятся в действие от автономной гидросистемы с приводом от мотора внутреннего сгорания или вала отбора мощности трактора (ВОМ). Для обеспечения безопасных условий при загрузке-выгрузке на прицепы устанавливаются специальные устройства, увеличивающие поперечную устойчивость - аутригеры [3,4,5].

Тракторные **прицепы сортиментовозы** для лесозаготовителей производятся во многих странах Европы. Признанными лидерами в производстве и эксплуатации данной техники являются Финляндия, Швеция и Германия. Тракторные прицепы для лесозаготовки – это привычный инструмент для трелёвки, вывозки, погрузки и сортировки леса в Европейский странах. В настоящее время предложения тракторных прицепов сортиментовозов в России начинается увеличиваться. Растёт число отечественных фирм производителей прицепов в рамках государственной политики импортозамещения. Это говорит востребованности подобного оборудования на внутреннем рынке и растущем спросе [4,5,6].

Управление движением манипулятора также может осуществляться на постах размещенных в кабине трактора, на колонне манипулятора и на дышле прицепа. Каждый способ имеет свои достоинства и недостатки. Пост управления с креслом оператора на колонне манипулятора увеличивает обзор рабочего пространства, что облегчает как сбор и погрузку сортиментов, так и погрузку автолесовозов. Недостатком данного расположения органов управления является необходимость постоянного перемещения оператора из кабины трактора на манипулятор и обратно после каждой перестановки при перемещении по делянке. Что в свою очередь влияет на время работы затрачиваемого за смену для сбора сортиментов и его дальнейшей трелёвки. Также данный вариант работы не обеспечивает комфортных условий для оператора при суровой зиме или на заболоченной местности, так как ему большую часть времени приходится находиться на открытом воздухе. Управление манипулятором с поста из кабины самое эргономичное решение. Управление манипулятором электрогидравлическое – используются джойстики [4,5,6].

Прицепы-лесовозы могут перемещать сортименты длиной от 1 до 6,5 метров и уверенно работают на пересеченной местности, имеют повышенную проходимость благодаря высокому клиренсу и полному приводу. Грузоподъемность прицепов составляет от 5 до 14 тонн. В качестве дополнительных функций предлагается возможность подтянуть лесоматериал к зоне действия манипулятора за счет установки гидролебёдки, смонтированной на стреле. Для расширения видов перевозимых грузов применяются различные насадки на грейфер, для работы с сыпучими и разрозненными грузами. А для их перемещения грузовая платформа модифицируется путем установки специального кузова (вкладыша). Таким образом, появляется возможность выполнять работы не только связанные с лесозаготовкой, но и сельскохозяйственной деятельностью.

Грузовая платформа имеет съемные и перемещаемые стойки-коники и возможность увеличивать длину рамы за счет телескопического вылета. Инновационные решения и использование высокопрочной стали позволяют уменьшить вес машины, что в свою очередь увеличивает грузоподъемность и экономит транспортные ресурсы. Кроме того, благодаря широкопрофильной резине колес прицепы имеют высокую проходимость и минимальное повреждение почво-грунтов.

Рассмотрим наиболее представленный на рынке вариант лесного прицепа. На рисунке 1 представлен тракторный прицеп оснащенный манипулятором с грейферным захватом. В этом варианте присутствуют



Рисунок 1 – Прицеп тракторный манипуляторный сортиментовозный

широкие возможности для выполняемых работ, обеспеченные манипулятором с захватом. Модель имеет ходовую систему с приводом на все колеса (4WD). Общая длина 5,2 метров. Ширина шин составляет 600 мм. Тормозная система гидравлическая или пневматическая. Собственный вес 2,7 тонны. Грузоподъемность 14 тонн [6,7].

Европейские лесозаготовители уже много лет эффективно используют тракторные прицепы. Экономия затрат образуется из-за более низкой себестоимости заготовки древесины (меньший расход топлива, отсутствие специальной подготовки операторов и меньший уровень их оплаты труда и т.д.). Целесообразность и очевидная выгода применения лесовозных тракторных прицепов проверена и подтверждена лесозаготовителями стран Европы, умеющих считать свои деньги и снижать расходы на протяжении многих десятилетий. Страны бывшего СНГ, расположенные ближе к Евросоюзу (Украина, Беларусь), больше 10 лет активно внедряют в производственный процесс лесозаготовки тракторные прицепы с постоянным механическим полным приводом. Прицепы позволяют предпринимателям лесозаготовительной отрасли снизить себестоимость заготовки леса и увеличить чистую прибыль.

Таким образом, применение тракторных прицепов сортиментовозов в условиях малообъемных рубок показывает свою эффективность за счет высокой производительности, совмещения операций трелёвки и вывозки древесины до потребителя, в том числе и по дорогам общего пользования. Снижение расходов связанных с отсутствием специализированного обучения оператора, малыми текущими расходами и сроком окупаемости около 1 года позволяет извлечь дополнительную прибыль лесозаготовителям [7]. Данные факторы будут способствовать распространению данной техники на лесозаготовках России и увеличат их эффективность.

Библиографический список

1. Достоинства и недостатки колесной и гусеничной баз лесопромышленных тракторов. [Электронный ресурс]. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3705> (дата обращения 11.03.2020).
2. Тракторные прицепы KESLA с манипулятором для леса. [Электронный ресурс]. URL: <https://lpk-sibiri.ru/logging/forwarders/traktornye-pritsepy-kesla/> (дата обращения 12.03.2020).
3. Полноприводные тракторные прицепы «АРМАДА» для лесозаготовки. [Электронный ресурс]. URL: <https://lpk-sibiri.ru/logging/forwarders/polnoprivodnye-traktornye-pritsepy-armada-dlya-lesozagotovki/> (дата обращения 12.03.2020).
4. Лесовозные прицепы с собственным приводом SCANDICON – современная альтернатива форвардеру. [Электронный ресурс]. URL: <https://lpk-sibiri.ru/logging/forwarders/lesovoznye-pritsepy-scandicon/> (дата обращения 13.03.2020).
5. Лесовозный тракторный прицеп с манипулятором. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stroy mash-24.ru/lesovoznyy-traktorny-pritsep-manipulyatorom.html> (дата обращения 14.03.2020).
6. Трактор и тракторное оборудование приходят на помощь лесозаготовителям. [Электронный ресурс]. URL: <https://lpk-sibiri.ru/logging/forwarders/traktor-i-traktornoe-oborudovanie-prihodyat-na-pomoshh-lesozagotovityam/> (дата обращения 13.03.2020).
7. Экономия от применения лесовозных тракторных прицепов «АРМАДА». [Электронный ресурс]. URL: <https://lpk-sibiri.ru/logging/timber-truck/ekonomiya-ot-primeneniya-lesovoznyh-traktornyh-pritsepov-armada/> (дата обращения 14.03.2020).

УДК 674.816.2

О ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ЛИСТВЕННИЧНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Р. Свиридова, студент группы БДВ 17-01,
Ю.А. Шашило, студент группы БДВ 17-01,
В.П. Стрижнёв, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация ⁽¹⁾
E-mail: 9235574815@mail.ru

В статье представлены результаты исследований о предварительной подготовке листовенничного заполнителя для изготовления древесно-цементных материалов. На образцах опилкобетонов изучили влияние составов жидкостей для экстрагирования опилок на прочные показатели готовой

подушки. Материалы исследований могут использоваться при дальнейшей реализации построек готовой продукции.

Ключевые слова: водорастворимые вещества (ВРВ), экстрагирование, опилки

ABOUT PRELIMINARY PREPARATION OF LARCH FILLER FOR MANUFACTURE OF WOOD-CEMENT MATERIALS

A.R. Sviridova, student of BDV 17-01,
Yu.A. Shashilo, student of BDV 17-01 ,
V.P. Strizhnev, Ph.D., Associate Professor

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: 9235574815@mail.ru

The article presents the results of studies on the preliminary preparation of larch aggregate for the manufacture of wood-cement materials. On the samples of sawdust concrete, we studied the effect of the composition of the liquids for the extrusion of sawdust on the durable performance of the finished product. Research materials can be used in the further implementation of finished product buildings.

Key words: water-soluble substances (SBS), extraction, sawdust

Лиственница является самой распространенной породой деревьев на территории Российской Федерации. Запасы древесины лиственницы составляют около 38% от общих запасов древесины в нашей стране. Особенно распространена в районах Восточной Сибири и Дальнего Востока. В Восточной Сибири сосредоточены основные запасы лиственницы - 77%, около 20% приходится на районы Дальнего Востока. Площадь, занятая лиственничным лесом, например, в Красноярском крае, составляет – 5842,02 млн га, сосна произрастает на площади 2200 млн га, то есть занимает площадь примерно в 2,6 раз меньшую, чем лиственница.

На территории России произрастает 14 видов лиственницы [1]. В Восточной Сибири в основном распространена «Сибирская Лиственница» (*Larix sibirika*), на Дальнем Востоке – «Даурская Лиственница» (*Larix daurika*).

В древесине лиственницы (по сравнению с другими хвойными породами деревьев) содержится самое большое количество водорастворимых веществ (ВРВ). При этом содержание ВРВ в древесине увеличивается по мере движения лиственничных насаждений с запада на восток и с юга на север. Так, в Красноярском крае Сибирская лиственница в южных районах края содержится около 12% водорастворимых веществ (сахаров), в северных районах края содержание ВРВ доходит до 16-18% от массы древесины.

Основным водорастворимым веществом в древесине лиственниц является двойной сахар-арабогалактан (арабиноза плюс галактоза). Содержание

арабогалактана может составлять 94% от общего количества ВРВ в древесине. Содержание арабогалактана в стволе дерева резко отличается как по его высоте, так и в радиальном направлении поперечного среза дерева. Наибольшее количество арабогалактана (до 87% от общего количества ВРВ) содержится в ядровой части дерева.

Основными особенностями арабогалактана является его устойчивость против окисления кислородом воздуха и устойчивость против разрушения его структуры бактериями. Так, в свежесрубленной древесине сосны обыкновенной, произрастающей на территории Красноярского края, содержание ВРВ доходит до 6% от массы дерева. При выдержке древесины на воздухе в течении 1,5-2 месяца в летний период, содержание ВРВ снижается до 0,6%. Длительное хранение древесины лиственницы на воздухе приводит к снижению содержания ВРВ не более чем на 2-2,5%. Повышенное количество сахара в клетках древесины лиственницы и их устойчивость в атмосферных условиях защищают клетки дерева от разрушения суровыми морозами Севера.

Высокое содержание ВРВ в лиственнице делает древесину и ее отходы малопригодными материалами для изготовления древесно-минеральных композиций, особенно цементных. Сахара древесины практически мгновенно выходят из клеток дерева в водную среду. По данным Антоновой Г.Ф. [2] за первые 6 минут в воды выходит около 6% ВРВ. Такое количество сахаров резко замедляют гидратацию и твердение цементного вяжущего. Изделия на основе цемента и частиц лиственницы практически не твердеют и не набирают требуемое ГОСТом прочности. Пожитки отдельных исследований, связанные с изготовлением строительных материалов из частиц Сибирской лиственнице без их предварительной подготовки, не привели к положительному результату. Не удавалось получить такие материалы как фибролит, арболит, опилкобетон, цементно-стружечные плиты достаточной прочности даже с резко повышенным введением в состав формовочной смеси химических реактивов.

Для снижения содержания ВРВ в частицах лиственницы ряд исследователей испробовали различные способы их предварительной обработки, в частности, за счет экстрагирования в воде, в растворах кислот, за счет длительной тепловой обработки, длительной выдержки на воздухе, покрытия частиц пленкой из битума и т.д. Наназашвили И.Х. [3] рекомендовал обрабатывать частицы лиственницы в воде в течении 15 минут.

Большинство рекомендаций были проверены в лабораторных условиях с использованием невыдержанных частиц Сибирской и Даурской лиственниц, при изготовлении образцов опилкобетонов и образцов цементно-стружечных плит.

Из экспериментальных опилок лиственницы Сибирской готовили образцы-кубики размером 40x40x40 мм с соотношением компонентов формовочной смеси цемент : песок : опилки по объёму равном 1:1,2:3. Образцы трамбовали и 28 суток хранили в комнатных условиях под плёнкой. Для минерализации древесных частиц (после их предварительной подготовки) применили комплексный минерализатор из сульфата алюминия и хлористого кальция. Данный минерализатор показал достаточно высокую эффективность в

нейтрализации ВРВ. На образцах опилко-бетонов изучали влияние составов жидкостей для экстрагирования опилок на прочные показатели готовой продукции. В данных опытах использовали преимущественно растворы минеральных кислот и растворы солей трёхвалентных металлов. Опилки в растворах кислот и солей экстрагировали в течение 6 минут при температуре 20 градусов Цельсия. Результаты некоторых экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты экспериментов

№	Среда экстрагирования	Концентрация раствора, %	Минерализатор, %		Прочность в возрасте 28 суток, МПа	Плотность в сухом состоянии, кг/м ³
			Al ₂ (SO ₄) ₃	CaCl ₂		
1	Без экстракции	-	2	3	0,43	1160
2	В воде 15 мин	-	2	3	3,97	1200
3	В р-ре H ₂ SO ₄	0,15	2	3	5,12	1228
4	В р-ре HCl	0,15	2	3	5,67	1212
5	В р-ре Al ₂ (SO ₄) ₃	0,15	2	3	5,52	1250
6	В р-ре FeCl ₃	0,15	2	3	6,68	1280
7	В р-ре AlCl ₃	0,15	2	3	6,82	1292

Эксперименты показали: при предварительной обработке опилок лиственницы Сибирской в слабых растворах минеральных кислот и солей трёхвалентных металлов этих кислот можно получить продукцию (в виде блоков) прочностью до 5-6 Мпа.

Библиографический список

1. Тихомиров Б.Н., Коропочинский И.Ю., Фалалеев Э.Н. Лиственничные леса Сибири и Дальнего Востока.-М., Госбумиздат, 1961.-164 с.
2. Антонова Г.Ф. Об экстракстрации водорастворимых веществ древесины лиственницы. В сб: «Лиственница», т.3. Красноярск, СТИ, 1968.-452 с.
3. Наназашвили И.Х. Строительные материалы из древесно-цементных композиций.-Л.: стройиздат, 1990.-416 с.

ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ОПИЛКОБЕТОНОВ ПОСЛОЙНО АРМИРУЕМЫХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ

Н.В. Смертин, студент

С.Н. Долматов, доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049,
Российская Федерация
E-mail: kolya.smertin@mail.ru

В статье рассмотрено одно из приоритетных направлений утилизации отходов лесной промышленности в виде производства опилкобетонов. Для повышения их прочностных показателей необходимо использовать метод армирования, в нашем случае, с применением неметаллических материалов.

Ключевые слова: Утилизация, опилкобетон, стекловолоконная сетка, армирование.

STRENGTH PROPERTIES OF SILVER-CONCRETE LAYERED REINFORCED BY NON-METAL MATERIALS

N.V. Smertin, student

S.N. Dolmatov, Associate Professor

Siberian State University of Science and Technology named after academician M.F. Reshetnev
82 Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: kolya.smertin@mail.ru

The article considers one of the priority areas for the disposal of waste from the forest industry in the form of sawdust production. To increase their strength characteristics, it is necessary to use the reinforcement method, in our case, using non-metallic materials.

Key words: Disposal, sawdust concrete, fiberglass mesh, reinforcement.

На сегодняшний день, одной из актуальных проблем лесной промышленности является утилизация значительных объемов отходов, появляющихся в процессе заготовки и переработки древесины.

Низкий уровень технологических процессов деревообработки – это один из основных составляющих данной проблемы, ведь при существующих методах переработки в настоящее время теряется почти половина биомассы дерева. Например, на российских ЛПК ежегодно образуется до 45 млн. м³ отходов, приходящихся на лесопиление, из которых 60% составляют крупные или кусковые (горбыль, рейки, вырезки и т.д.) и 40% мелкие или мягкие (опилки, стружка и т.д.) [1].

Так как эта проблема актуальна, Российская Федерация нацелена на скорейшую утилизацию и обезвреживание значительной части этих отходов. В списке направлений приоритетного использования таких отходов указано производство различных бетонов на основе древесных заполнителей [2]

Производство строительных материалов в виде легких бетонов с минеральными и органическими заполнителями – это один из путей решения данной проблемы. Благодаря своим повышенным теплоизоляционным свойствам и низкой себестоимости данный вид легких бетонов является хорошим вариантом для строительства малоэтажных зданий.

Тем не менее, органобетоны имеют значительно меньшую прочность в сравнении с классическими поризованными и легкими бетонами, где в качестве наполнителя могут выступать керамзит, полистирол, шлак и т.д. Однако существует множество способов повышения прочностных показателей органобетонов. Одним из таких способов является армирование.

Наиболее распространенным является армирование органобетонов с применением в качестве арматуры круглых стальных стержней, проволочной сетки и каркасов. Такой способ эффективен, но трудозатраты при его реализации вынуждают людей искать другие способы решения данной проблемы. Примером такого решения является использование в качестве армирующего вещества неметаллов в виде стекловолокна [3].

Между тем, учитывая данные исследования [4] можно сделать вывод, что дисперсионное армирование опилкобетона стекловолокном не принесло желаемого результата, так как было выявлено, что прочность готового продукта меньше, чем у обычного опилкобетона.

Таким образом, цель исследования можно сформулировать следующим образом: определение прочностных показателей опилкобетонов при их послойном армировании стекловолоконной сеткой.

Задачи исследования: 1) Выбрать необходимую фракцию стекловолоконной сетки для послойного армирования опилкобетонов; 2) Изготовить экспериментальные образцы опилкобетона, армированного этим материалом; 3) Исследование влияния способа послойного армирования неметаллическим материалом на прочностные свойства опилкобетона.

Для проведения эксперимента необходимо выбрать фракцию стекловолоконной сетки, которая будет послойно закладываться в конструкцию опилкобетона. Для этих целей стекловолоконную сетку разрезали на отрезки по 1,3 и 5 см. (рис.1).

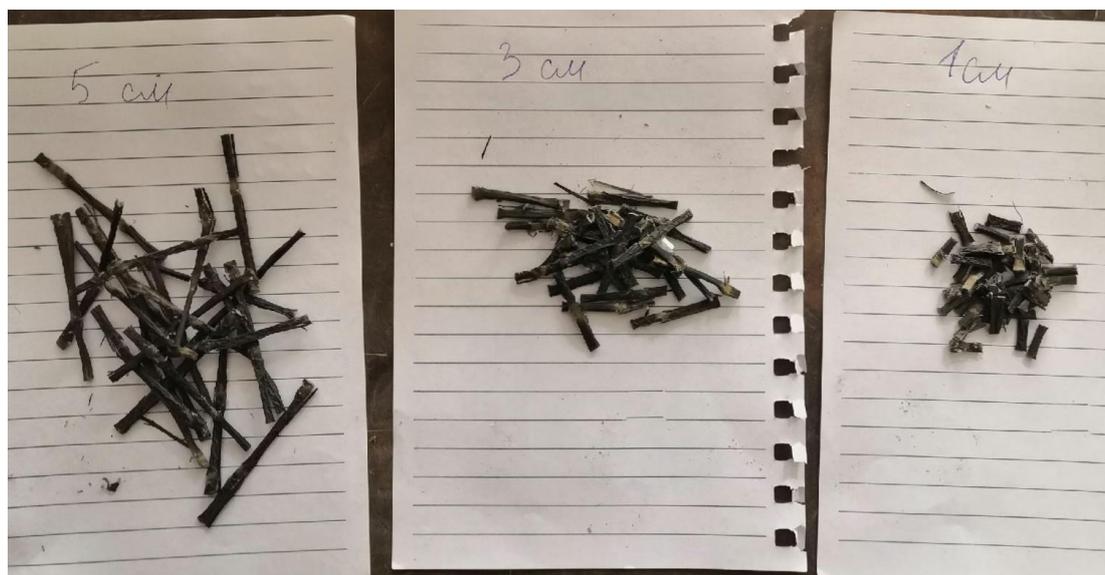


Рис.1. Фракция стекловолоконной сетки

В качестве объекта исследования приняты образцы в форме куба изготовленные размером 5х5х5 см .

Опытные образцы имеют следующий состав сырьевых компонентов: опилки, полученные при распиловке сосны на дисковой лесопильной установке. Фракционный состав размер частиц от 2 до 5 мм. Влажность опилок не измерялась и соответствовала влажности сырораствующей древесины. В качестве вяжущего использовался портландцемент П/А-Ш 32,5Б (ПЦ 400-Д20) (Портландцемент со шлаком (Ш) от 6% до 20%, класса прочности 32,5 быстротвердеющий, ГОСТ 31108-2003) производства ООО «Красноярский цемент». В качестве заполнителя использовался карьерный песок, модуль крупности – 0,2-3,5 мм, коэффициент фильтрации – 1,0-3,0 м/сутки, насыпная плотность – 1,55-1,65 кг/м³, Для деактивации сахаров в древесине использовался сульфат алюминия (ГОСТ 12966-85). Армирование будет производиться с помощью сетки стекловолоконной армирующей щелочестойкой ГОСТ Р 55225-2012.

Применялась рецептура опилкобетонной смеси следующего состава компонентов: портландцемент 140 гр, опилки 100 гр, песок 100 гр, вода 300 гр, сульфат алюминия 30 гр.

Изготовление смеси проводилось путем смешивания сухой смеси из портландцемента и песка. Смесь затворялась водой с предварительным внесением сульфата алюминия и опилок. Смешивание проводилось вручную. Затем полученной смесью, послойно с укладкой стекловолоконной сеткой, заполнялись формы кубической формы (рис.2). Для лучшего прилегания к поверхности опилкобетонов, стекловолоконную сетку вымачивали в цементном молочке. Смесь уплотнялась методом вибрирования с пригрузом.



Рис.2. Послойное выкладывание стекловолоконной сетки

В целях эксперимента было произведено несколько вариантов выкладки стекловолоконной сетки разной фракции на поверхность опилкобетонов. Сушка образцов будет проводиться при комнатной температуре. Образцы маркировались и извлекаются из форм через 7 суток. Далее образцы будут набирать прочность при комнатной температуре ещё 28 суток в условиях естественной влажности, а позже подвергнутся испытанию сжатие на прессе FM-1500 в лаборатории испытательных машин университета.

После проведения всех испытаний будут подведены итоги по результатам эксперимента, а также, выявлено влияние послойного армирования на прочностные показатели опилкобетона.

Библиографический список

1. Успехи современного естествознания // Научный журнал [Электронный ресурс]. URL: <https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=12611> (Дата обращения 02.03.2020)
2. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 25.01.2018 №84-р // Собрание законодательства РФ. – 2018 – № 6 – Ст. 920
3. Scephlenie polimerkompoehitnoj armatury s cementnym betonom/ V.G. Hozin, A.R. Gizdatullin, A.N. Kuklin i dr. //Izvestiya KGASU. 2013. №1(23). S. 211-213
4. Долматов С.Н., Мартыновская С.Н. Исследование прочности опилкобетона дисперсионно армированного различными неметаллическими материалами // Хвойные бореальной зоны. 2018. Т.36. №6. С.536-541.

УДК 62.004.19 + 62.001.6

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПРИНЯТИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОЗАГОТОВОК

Н.В. Смертин, студент
С.Н. Долматов, доцент

Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М. Ф. Решетнева
Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: kolya_smertin@mail.ru

В статье рассмотрены способы моделирования и системные подходы для реализации различных решений в области технологии лесозаготовок и транспортной логистики лесных грузов.

Ключевые слова: моделирование, транспортная логистика, лесозаготовки, технические системы, системный подход.

MODELING OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS WHEN MAKING DESIGN DECISIONS IN THE FIELD OF LOGGING TECHNOLOGY

N.V. Smertin, student
S.N. Dolmatov, Associate Professor

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
82 Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: kolya_smertin@mail.ru

The article discusses modeling methods and system approaches for the implementation of various solutions in the field of logging technology and forest logistics transport.

Key words: modeling, transport logistics, logging, technical systems, systems approach.

Лесосечные работы выполняются в различных природно-производственных условиях. Различаются таксационные показатели древостоев и грунтово-почвенные условия их произрастания, а также климатические условия.

При выборе технологического процесса необходимо учитывать значительное количество факторов, от которых зависят производительность и эффективность работы машин, минимальный объем ручного рабочего труда, максимальное и рациональное использование биомассы деревьев, достижение минимальной себестоимости продукции. Значительное влияние на выбор технологического процесса оказывают виды производств потребителей

древесины и их территориальное расположение относительно лесного массива вообще и лесосек в частности.

Существует множество различных технологий лесозаготовки, каждая из которых по-своему полезна и уникальна, но никакая технология не может быть на 100% действенной. В различных ситуациях приходится жертвовать качеством или средствами в угоду другим немаловажным факторам

Учитывая все вышеперечисленные факторы, цель формулируется следующим образом: Обоснование целесообразных принятий конкретных решений в области технологии лесозаготовок. Задачи данной статьи: Рассмотреть методы принятия решений

В зависимости от вида лесоматериалов, вывозимых с лесосеки, технологические процессы лесосечных работ подразделяются на три группы: технология хлыстовая, сортиментная и технология с углубленной обработкой древесины. Отметим, что третья группа в настоящее время развита слабо из-за отсутствия мобильной техники, способной выполнять качественные и высокопроизводительные деревообрабатывающие операции.

Если есть потребность в вывозке заготовленного леса полностью, целесообразно использование хлыстовой технологии заготовок. При использовании такой технологии на лесосеках будет задействовано минимальное число машин и рабочих. В лесопромышленном комплексе на крупных лесопромышленных складах для разделки деревьев можно использовать высокопроизводительные стационарные установки, условия работы труда рабочих здесь будут более благоприятны, чем в лесу. Это, безусловно, отразится положительно на производительности труда и качестве продукции [1]. В настоящее время данная технология является наиболее распространенной, так как значительно снижает затраты на обслуживание машин и оплату труда рабочих. Срубленное дерево не подвергается никакой дальнейшей обработке, а в таком же виде поступает на нижний склад или другое лесозаготовительное предприятие, где с ним производятся необходимые для различных целей манипуляции (окорка, раскряжевка, очистка от сучьев и т.д.)

Далее следует технология сортиментной заготовки. Она включает в себя использование различных систем, в зависимости от разных условий и требований

Если использовать бензомоторные пилы на валке деревьев, могут применяться следующие системы машин:

1. бензомоторная пила + форвардер.
2. бензомоторная пила + процессор + форвардер.
3. бензомоторная пила + трелевочный трактор + процессор.

При использовании системы бензомоторная пила + форвардер, валка, обрезка сучьев и раскряжевка выполняются бензомоторной пилой непосредственно у пня. Окучивание сортиментов производится вручную вдоль волока. Транспортировка сортиментов на погрузочную площадку осуществляется форвардером.

При разработке лесосек системой машин бензомоторная пила + процессор + форвардер на валке деревьев целесообразно использовать специализированные бензомоторные пилы, на обрезке сучьев, раскряжевке хлыстов - процессоры грейферного типа, на транспортировке сортиментов - форвардеры.

Разработка лесосек системой бензомоторная пила + трелевочный трактор + процессор рассчитана на трелевку деревьев на верхний склад. На валке используются бензомоторные пила, на трелевке – трелевочный трактор, на раскряжевке хлыстов и очистке сучьев – процессор. [2]. Данная технология является не менее распространенной, по сравнению с хлыстовой, но является более ресурсозатратной. Но в отличие от хлыстовой технологии, все процессы с древесиной происходят непосредственно на верхнем складе, что уменьшает время ожидания готовой продукции.

Последняя же технология заготовки древесины полудеревьями была разработана и запатентована на Лесоинженерном факультете СПбГЛТУ в 2009 году. Данный способ значительно отличается от предыдущих:

- После валки деревьев осуществляют их деление на комлевую и верхнюю части; при этом деление сваленного дерева выполняют в той зоне, где величина диаметра ствола меньше принятого стандартом диаметра пиловочника;
- Пачки и возы формируют отдельно из комлевых и верхних частей;
- Транспортировку пачек и возов осуществляют без контакта с землей в полностью погруженном состоянии;
- Погрузочные пакеты могут быть сформированы из пачек и возов отдельно, соответственно, из комлевых частей деревьев, верхних частей, а также комбинированно;
- Комбинированные погрузочные пакеты формируют из пачек и возов верхних частей деревьев и частично уплотняют уложенными сверху пачками или возами из комлевых частей деревьев.

Эта технология направлена на уменьшение затрат и повышение производительности лесовозного транспорта [3].

Несмотря на то, что технология заготовки древесины полудеревьями является относительно новой, для ее использования разработано уже 9 технологических процессов, каждый из которых предусмотрен для разных условий:

Первый технологический процесс предполагает использование валочно-делительной машины (ВДМ), способной производить снятие деревьев с пня и их вынос в вертикальном положении (как ВПМ) и выполнять операцию деления на комлевой и верхнюю отрезки над волоком.

Второй технологический процесс предусматривает трелевку деревьев и деление на комлевой и верхнюю отрезки на верхнем складе при помощи процессора

Третий технологический процесс предусматривает выработку пиломатериалов на верхнем складе. Он применяется в мелких частных лесовладениях за рубежом.

Четвертый технологический процесс предусматривает заготовку топливной древесины в виде колотых дров.

Пятый и шестой технологические процессы позволяют получать топливную щепу. Перспективны в условиях плантационного лесовыращивания энергетической древесины.

Пятый технологический процесс предусматривает установку на верхнем складе рубительной машины, перерабатывающей сразу целые деревья с кроной.

Шестой технологический процесс целесообразно применять при проведении рубок ухода за составом, при небольших габаритах срезаемых деревьев. При этом используют валочно-рубительно-трелевочные машины, также называемые чипперами. Срезанные деревья рубятся в щепу, которая попадает в бункер на машине.

Седьмой технологический процесс предусматривает получение на лесосеке окоренных сортиментов и их переработку в технологическую щепу на верхнем складе.

Восьмой технологический процесс предусматривает использование короткомерных пропитанных материалов в качестве готовой продукции, производимой на верхнем складе при помощи мобильных обрабатывающих комплексов.

Девятый технологический процесс предусматривает использование мобильных цехов по производству пеллет из кроновой части и низкокачественных частей стволовой древесины.

Учитывая все вышеперечисленные процессы данной технологии, можно сделать вывод, что она будет и дальше развиваться, что благоприятно скажется на ее основных задачах.

Все рассмотренные технологии имеют свое направление и свои операции. Они разработаны для конкретных целей и задач, которые они в силах решать. Используются различные машины, процессы и системы, разработанные специально под них. Каждый год появляется больше проблем и все больше их решений, что, несомненно, говорит о том, что люди заинтересованы в развитии этих технологий и их поддержке. А это значит, что и дальше будут появляться различные инновационные решения, которые будут не хуже или даже лучше предыдущих.

Библиографические ссылки

1. Первый лесопромышленный портал. Хлыстовая заготовка [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wood.ru/ru/lzhlyst.html> (дата обращения: 21.04.2020).

2. Первый лесопромышленный портал. Сортиментная заготовка [Электронный ресурс URL: <http://www.wood.ru/ru/lzsort.html> (дата обращения: 21.04.2020).

3. Лесозаготовка. Бизнес и профессия. Плюсы деления и обработки [Электронный ресурс]. URL: <http://lesozagotovka.com/rybriki/tekhnologii-lesozagotovok/plyusy-deleniya-i-obrabotki/> (дата обращения: 21.04.2020).

УДК 630.3.23

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ НА БАЗЕ ТРАКТОРА ВТЗ-60ТК

А.В. Снегирева, студент
И.В. Кухар, доцент
С.Н. Мартыновская, доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева»,
Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: Rahuk@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы проектирования и разработки специальных лесохозяйственных тракторов с шарнирно-сочлененной базой на базе трактора ВТЗ-60ТК.

Ключевые слова: трактор, модуль, шарнирная рама

TO THE QUESTION OF THE DEVELOPMENT OF SPECIAL FORESTRY TRACTORS ON THE BASIS OF THE VTZ-60TK TRACTOR

A.V. Snegireva, a student
I.V. Kuhar, Associate Professor
S.N. Martynovskaya, Associate Professor

Siberian state University of science and technology named academician M. F. Reshetnev,
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: Rahuk@mail.ru

The article deals with the design and development of special forestry tractors with articulated base on the basis of the VTZ-60TK tractor.

Keywords: tractor, module, hinged frame

В настоящее время на рубках ухода применяются колесные сельскохозяйственные тракторы, но они не удовлетворяют лесное хозяйство из-за недостаточной проходимости и маневренности при рубках ухода и на

работах под пологом леса, а также своей компоновкой, исключая установку специального лесохозяйственного технологического оборудования[1].

Одна из актуальнейших задач развития механизации лесного и лесопаркового хозяйства на рубках ухода — создание и производство специальной лесной техники различных типов и размеров: трелевочных тракторов, машин для выборочной рубки и вывозки древесины из-под полога леса.

Во многих странах в качестве базой для специальных машин используется колесный трактор с активным полуприцепом. Одним из направлений развития таких машин является повышение грузоподъемности и, одновременно, увеличения скорости передвижения. При этом особое внимание конструкторов уделяется снижению удельного давления на грунт. По сравнению с гусеничными машинами колесные обладают высокой маневренностью и скоростями движения. При создании таких машин используется принцип модульного построения техники, благодаря чему имеется возможность на их базе создавать семейство максимально унифицированных машин.

Исходя из вышеперечисленного, наблюдается острая потребность лесного хозяйства в высоко проходимых, маневренных, колесных энергетических средствах. Создание небольших лесных колесных машин может быть организовано либо путем проектирования и изготовления оригинальных узлов, либо путем компоновки из узлов и деталей машин массового производства с минимальным использованием оригинальных деталей.

Критериями оценки перекомпоновки сельскохозяйственных тракторов в специальные машины с активными полуприцепами целесообразно считать следующие показатели: стоимость машины, стандартизация, отношение массы системы к массе трелеваемого груза, общую массу системы, маневренность удельное давление на грунт, а также проходимость [2], [3], [4].

Проходимость лесохозяйственных двусосных колесных тракторов при агрегатировании их навесным технологическим оборудованием для механизированного сбора и транспортировки различного материала большого объема или сортимента недостаточна. Это объясняется тем, что в результате навешивания технологического оборудования нагрузки на колеса трактора достаточно высоки, поэтому для улучшения проходимости трактора необходимо снижать полезную нагрузку, а, следовательно, уменьшать их экономичность и производительность.

Ввиду этого в современное время обширно распространились трехосные машины на базе агрегатов и узлов двусосных колесных тракторов. Колесная формула 6×6 позволяет обеспечивать оптимальные технико-экономические показатели для работ в садово-парковом строительстве [4].

Предлагается соединить серийный колесный трактор ВТЗ-60ТК с лесохозяйственным активным полуприцепом, собранным из серийных тракторных узлов, соединенных шарнирной рамой.

Трактор (рисунок 1) состоит из переднего (энергетического) и заднего

(технологического) модулей, соединенных универсальным вертикально-горизонтальным шарниром, двумя гидроцилиндрами поворота и карданным валом.

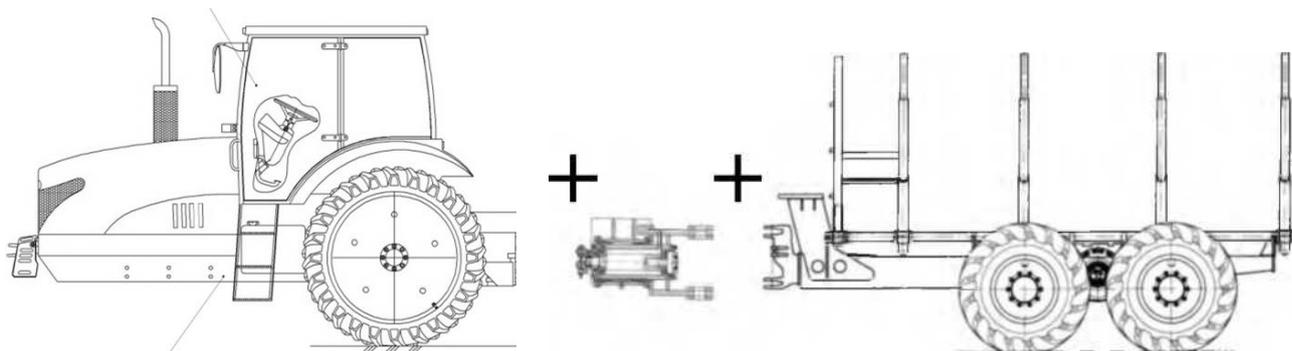


Рисунок 1 – Машина на базе перекомпанового трактора ВТЗ-60ТК

Энергетический, модуль представляет собой специальную комплектацию трактора ВТЗ-60ТК без переднего моста, а технологический — задний мост трактора ВТЗ-60ТК (без коробки передач) с бортовыми редукторами. Привод заднего моста осуществляется от синхронного ВОМ энергетического модуля с помощью карданной передачи, универсального шарнира и тандемной тележки для сдвоенного заднего моста (рисунок 2).

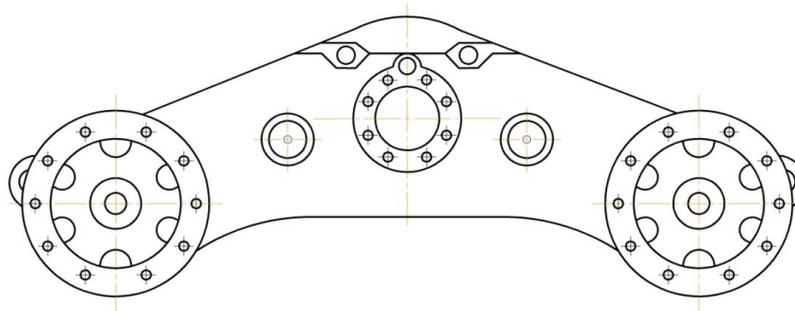


Рисунок 2 – Тандемная тележка для перекомпанового трактора ВТЗ-60ТК

Тандемная тележка передает крутящий момент от центрального редуктора через цилиндрические зубчатые передачи, расположенные в боковинах тележки, на сдвоенный задний мост. Тандемная тележка предназначена для существенного увеличения и передачи крутящего момента от нижнего карданного вала на четыре ведущих колеса. Тандемная тележка жестко устанавливается на раме. Составными частями тандемной тележки являются центральный редуктор моста 1 (рисунок 3) и два балансира 3, закрепленные на фланцах 2 редуктора моста. Балансиры вместе с фланцами, на которых они установлены, имеют возможность свободного поворота вокруг оси центрального редуктора моста. Центральный редуктор моста включает в себя главную передачу с дифференциалом свободного хода и две бортовые планетарные передачи. Дифференциал свободного хода обеспечивает вращение ведущих колес с равными угловыми скоростями при прямолинейном движении и с разными угловыми скоростями при повороте трактора. Дифференциал включается автоматически при поворотах, освобождая колеса наружного борта (забегающие) для свободного качения. При прямолинейном движении

дифференциал заблокирован.

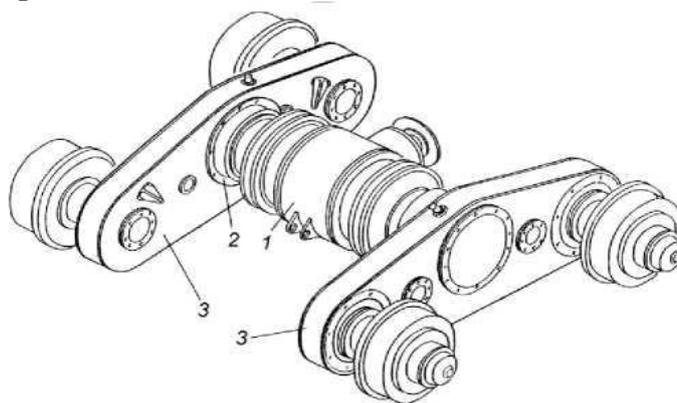


Рисунок 3 – Балансирная тележка

Высокая степень унификации с трактором массового производства обуславливает относительную дешевизну трактора. А воли принять во внимание, что для эксплуатации импортных тракторов требуются специальные дорогостоящие сорта масел, отсутствующие на потребительском рынке большинства наших регионов, то выгода от применения отечественного трактора становится еще более очевидной.

В дальнейшем он должен послужить базой для многооперационных машин, оснащенных гидроманипулятором (форвардеров-сортиментовозов, валочных, валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин).

Библиографический список

1 Исследование компоновки лесных колесных тракторов с шарнирной рамой конструкции ЛТА. [Текст] / С.Ф. Козьмин [и др.]. – СПб.: СПбЛТА, 2010. – 98 с.

2 Исследование компоновки лесных колесных тракторов с шарнирной рамой конструкции ЛТА / Лесные тракторы МТЗ-82Л и Т-150КЛ с колесной формулой бхб и их модификации: учебное пособие. [Текст] / С.Ф. Козьмин [и др.]. - СПб.: СПбЛТА, 2011. – 96 с.

3 Коршун В.Н., Карнаухов А.И., Кухар И.В. Метод анализа технологических машин для лесного хозяйства. // Системы. Методы. Технологии. № 2 (30). Братск: БрГУ, 2016. – С. 163-169. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=26237473>

4 Кухар И.В., Мартыновская С.Н., Снегирева А.В. К вопросу разработки специальных лесохозяйственных тракторов для рубок ухода на базе трактора ВТЗ-85ТК. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2019. – С. 363-366. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=37273304>

ПОДДЕРЖКА ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕКИ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

А.П. Соколов⁽¹⁾, д. т. н., профессор

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»,
Пр. Ленина, 33, Петрозавоск, 185910, Российская Федерация
⁽¹⁾ E-mail: a_sokolov@petsu.ru

Статья посвящена описанию решения задачи выбора технологической схемы разработки лесосеки системой машин харвестер+форвардер, с использованием имитационного моделирования на сетях Петри. Приведены результаты моделирования и совершенствования технологического процесса на примере конкретной деланки. В результате выполненного исследования было рекомендовано внести изменение в технологию разработки лесосеки, заключающееся в том, что харвестер будет начинать работу не с ближних по отношению к погрузочной площадке пазов, а с дальних, находящихся в конце магистрального волока. Моделирование, выполненное после внесения в модель изменений, показало, что в случае перехода к предлагаемой технологии разработки лесосек, может быть достигнут рост производительности комплекса машин на 2,3%.

Ключевые слова: заготовка древесины, харвестер, форвардер, имитационное моделирование, сети Петри

A DECISION SUPPORT METHOD FOR WOOD HARVESTING TECHNOLOGICAL SCHEME CHOICE

A.P. Sokolov, DSc., Professor

Petrozavodsk State Univerity
33, Lenin av., Petrozavosk, 185910, Russian Federation
E-mail: a_sokolov@petsu.ru

A decision support method for shortwood harvesting technological scheme choice, based on simulation modeling on Petri Nets is described in the article. The results of the modeling and improving the technology on the example of a specific harvesting site are presented. As a result of the study, it was recommended to change the technology so that the harvester will begin harvesting not from the trails closest to the loading area, but from the distant ones located at the end of the main trail. The modeling provided after changes in the model showed that in the case of the use of the proposed technology, an increase in productivity of the machinery set by 2.3% can be achieved.

Keywords: wood harvesting, harvester, forwarder, simulation modeling, Petri Nets

При правильном учете особенностей природно-производственных условий, в которых выполняются работы по заготовке древесины, а можно добиться существенного роста эффективности производственных процессов путем обоснованного выбора технологической схемы разработки лесосек. [3-5]. Частным случаем неоднородности условий является то, что довольно часто встречаются лесосеки неправильной формы, что делает нетривиальной задачу выбора технологической схемы разработки таких лесосек. В настоящей статье приведены результаты имитационного моделирования заготовки древесины в случае делянки неправильной формы с магистральным волоком значительной протяженности.

Методы и средства, использовавшиеся для решения поставленной задачи подробно описаны в работах [1, 2]. В основу метода положено дискретно-событийное имитационное моделирование, на маркированных сетях Петри [6].

Параметры модели были заданы на основе реальных данных о производительности работы лесосечных машин, собранных на конкретной исследуемой лесосеке. Особенностью рассматриваемой лесосеки является то, что она отделена от погрузочной площадки старой вырубкой, которую форвардер должен миновать, прежде чем он достигнет самой делянки, в следствие чего увеличивается расстояние трелевки (рис. 1). Таким образом, длина магистрального волока достигает 1 км. Средний объем хлыста составлял $0,39 \text{ м}^3$, общий запас древесины – 8100 м^3 , расстояние трелевки от 200 до 1000 м.

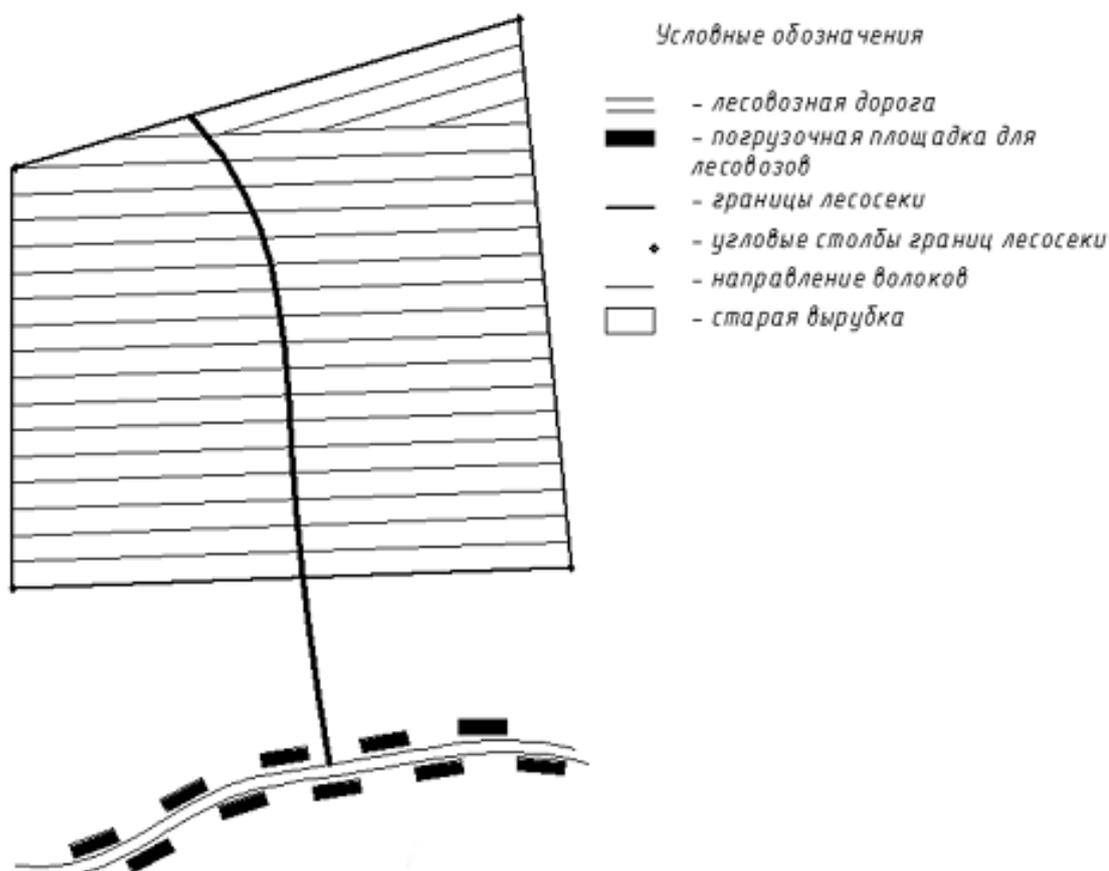


Рисунок 1 – Схема лесосеки

Заготовка древесины на данной лесосеке осуществлялась с помощью харвестера Komatsu 931 и форвардера Komatsu 890.3. Средняя производительность харвестера составила 231 куб. м. в смену. Средняя производительность форвардера зависит от расстояния трелевки. При расстоянии трелевки 200...400 метров она составляла 301 куб. м. в смену; при расстоянии 400...600 метров – 259,5 куб. м. в смену; при расстоянии 600...800 метров – 231 куб. м. в смену; при расстоянии 800...1000 метров – 205,5 куб. м. в смену. Средний объем древесины, перемещаемой форвардером за один раз, составлял 17,3 м³.

В результате имитационного моделирования было определено, что на полное освоение лесосеки, требуется 355,6 часа. При этом загрузка машин оказалась неодинаковой. Простой харвестера по технологическим причинам составил 3% времени, форвардера – 7%. В условиях рассматриваемой лесосеки большее значение имеет не абсолютная величина простоя, а распределение его во времени.

Оказалось, что простой форвардера наблюдался в течение первых нескольких дней работы комплекса на лесосеке, а единственный продолжительный период простоя харвестера – в самом конце работ. Это связано с постоянно уменьшающейся производительностью форвардера, вследствие увеличивающегося расстояния трелевки.

В начальной стадии процесса освоения лесосеки производительность форвардера немного превышает производительность харвестера, что приводит к периодическим остановкам форвардера. В средней стадии производительности машин примерно равны. Таким образом, в этих двух стадиях роста объемов древесины, накапливающейся на волоках, не происходит. Однако в последней стадии процесса производительность форвардера становится меньше производительности харвестера, что приводит к постепенному увеличению запаса древесины на волоках, который к моменту завершения работы харвестера превышает 180 куб. м.

Таким образом, в результате имитационного моделирования было выявлено сравнительно неэффективное использование машин, входящих в комплекс (общий простой двух машин составил 33,5 часа).

Было выдвинуто предположение, что достичь более равномерной загрузки машин и увеличить производительность комплекса можно путем изменения технологии разработки лесосеки заключающемся в том, что харвестер будет начинать работу не с ближних по отношению к погрузочной площадке пазов, а с дальних, находящихся в конце магистрального волока. Для проверки этого предположения в модель были внесены соответствующие изменения.

Выполненное моделирование показало, что в данном случае общее время, требуемое для выполнения лесозаготовительных работ на лесосеке, составляет 347,3 часа, что на 8,3 часа меньше, чем в исходном случае. Загрузка машин становится равномерной и приближается к 100%.

Было определено, что в случае перехода к предлагаемой технологии разработки лесосек, может быть достигнут рост производительности комплекса машин харвестер+форвардер на 2,3% за счет сокращения суммарного простоя машин. Можно рекомендовать применение такой технологии в случае лесосек с магистральным волоком значительной протяженности. Таким образом, при решении реальной производственной задачи была доказана эффективность предлагаемого подхода к оценке вариантов технологических решений на заготовке древесины.

Библиографический список

1. Соколов А. П., Осипов Е. В. Имитационное моделирование производственного процесса заготовки древесины с помощью сетей Петри // Лесотехнический журнал. – 2017. – Т.7, №3. – С. 307-314.
2. Соколов А.П., Осипов Е. В. Обоснование технологии заготовки древесины с помощью имитационного моделирования на сетях Петри // Лесотехнический журнал. - Воронеж, 2018. - Т.8, №.1. - С.111-119.
3. Ширнин Ю. А., Роженцова Н. И. Моделирование процедуры выбора технологий рубок леса с использованием ГИС // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. - 2007. - № 1. - С. 40-49.
4. Шегельман, И. Р., Скрыпник В. И., Кузнецов А. В. Анализ показателей работы и оценка эффективности лесозаготовительных машин в различных природно-производственных условиях // Ученые записки ПетрГУ. – 2010. – № 4. – С. 66-75.
5. Gerasimov Y., Sokolov A. Syunev V. Development trends and future prospects of cut-to-length machinery // Advanced Materials Research. – 2013. – V. 705. – P. 468-473.
6. Jensen K., Kristensen L.M., Wells L. Coloured Petri Nets and CPN Tools for Modelling and Validation of Concurrent Systems // International Journal on Software Tools for Technology Transfer. - 2007. – Vol. 9, Issue 3–4. - P. 213–254.

УДК 630.377

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО – ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ МУКИ

Д.Ф. Сулейманова, магистрант
М.А. Газизов, магистрант
И.Р. Каримов, магистрант
Л.И. Гизатуллина, магистрант
Д.А. Ахметова, доцент, к.т.н

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

E-mail: pdm_d@list.ru

В статье представлены результаты исследований получения древесно-полимерного композита на основе термомодифицированной муки. Данная технология является актуальной при утилизации древесных отходов

Ключевые слова: древесная мука, лигнин, термомодифицирование, полимер.

PRODUCTION TECHNOLOGY OF WOOD-POLYMER COMPOSITE BASED ON THERMOMODIFIED FLOUR

D. F. Suleymanova, master's degree

M. A. Gazizov, master's degree

I.R. Karimov, master's degree

L. I. Gizatullina, master's degree

D. A. Akhmetova, associate professor

«Kazan national research technological University»

E-mail: pdm_d@list.ru

The article presents the results of research on obtaining a wood-polymer composite based on thermomodified flour. This technology is relevant for the disposal of wood waste.

Keywords: wood flour, lignin, thermomodification, polymer.

Древесно-полимерный композит (ДПК) – современный материал, который активно используется в строительных и отделочных работах. Это оптимальная альтернатива дереву и полимеру, так как совмещает преимущества дерева и полимера, а именно – экологичность, натуральный вид, прочность и устойчивость к агрессивным воздействиям внешней среды.

Содержание 60% полимера и 40% муки сказывается на эстетических качествах покрытия (внешне декоринг выглядит не как доска, а как пластик), но при этом придает дополнительную прочность и устойчивость к факторам внешней среды. Включение в состав химических добавок (модификаторов) не сказывается на экологичности материала, поскольку их количество не превышает 5%.

При соотношении древесная мука / полимер (70/30) ДПК приобретает гидрофильные свойства, что уменьшает срок эксплуатации в среднеевропейском климате до 5-7 лет.

Некоторые европейские производители выпускают террасную доску из ДПК в соотношении 80/20 .

При соотношении древесная мука/полимер (50/50) отсутствуют вышеуказанные недостатки.

В связи с этим, при исследовании мы остановимся на соотношении полимер/мука (50/50 и 40/60).

Основными компонентами при изготовлении образцов являются термомодифицированная древесная мука и полиэтилен низкого давления.

Роль матрицы для внутреннего слоя выполняет первичный полимер.

При производстве древесной муки использовались древесные отходы в виде щепы размерами от 15-20 мм. Предварительно щепу термомодифицировали в камере. Температура нагрева в камере не превышала 220 °С. Процесс термомодификации протекал в течение 2,5 часов.

После процесса термомодификации щепы измельчалась в древесную муку. Фракционирование древесной муки производилось с помощью ситового метода, с диаметром сит 0,16, 0,25 и 0,75 мм. На рисунке представлено фракционное распределение опилок на ситах, используемых для внутреннего слоя изделия. Из графика (рис.1) видно, что средний размер термомодифицированной древесной муки составляет 0,25 мм.

Количество древесной муки на сите диаметром 0,16 мм - 148,5 грамм (55%)

Количество древесной муки на сите диаметром 0,25 мм – 81 грамм (30%)

Количество древесной муки на сите диаметром 0,75 мм - 40,5 грамм (15%)

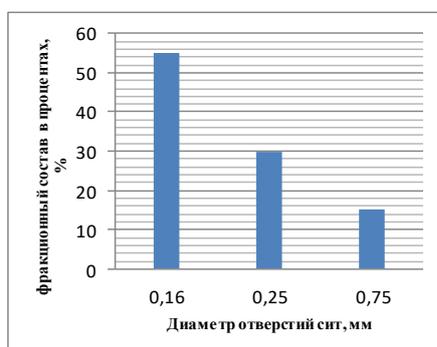


Рис. 1. Фракционное распределение древесной муки на ситах

В составе ДКМ древесные частицы выступают в роли армирующего агента. В данной системе возникает адгезионная связь между древесным наполнителем и связующим агентом. Уникальность композита заключается в том, что физико-механические показатели полученного материала достигаются за счёт оптимизации межфазных и физических взаимодействий, а также предварительного термомодифицирования. В связи с этим материал отличается от показателей отдельно взятого компонента входящего в его состав, наделяя композит новыми качествами.

Одним из условий получения материала с устойчивыми показателями является стабилизация объёма древесного наполнителя, которая положительно влияет на процесс структурообразования. В идеальной модели расположение древесных частиц в связующем агенте ровное, ориентированное по длине

материала, расстояние между ними одинаковое и связующее должно полностью наполнять пустоты. Равномерность распределения древесных частиц в связующем агенте или в так называемой “матрице” достигается путём качественного смешивания компонентов.

Смешивание проводилось с помощью вальцевого смесителя в соотношении полимера/древесной муки (50/50 и 40/60). После нагрева вальцов в смесителе, первоначально дозировался полиэтилен. После того как данный компонент полностью равномерно распределялся по всему вальцу сверху дозировался второй компонент в виде термомодифицированной муки.

После тщательного смешения двух компонентов, данную смесь равномерно распределяли в специальные формы и отправили под пресс с целью уплотнения и придания нужной формы. Давление прессования составляет 8 атм. и температура 150°C.

Образцы подвергались исследованию на биостойкость и морозостойкость. На их основании было выявлено, что термомодифицирование древесного наполнителя способствует повышению морозостойкости образцов ДПК. В то же время следует отметить влияние размера частиц на морозостойкость ДПК: с уменьшением размера частиц морозостойкость образца увеличивается, что объясняется уменьшением порозности композита.

В ходе проведенных исследований также выявлено, что предварительное термомодифицирование древесного сырья при производстве ДПК повышает биостойкость композита. Эксперимент показал, что по истечению 30 дней композит, созданный из необработанного древесного сырья, подвергается более интенсивному обрастанию плесневелыми грибами, по сравнению, с ДПК на основе термомодифицированных древесных частиц. Меньшая скорость развития грибов на поверхности термообработанных образцов ДПКМ объясняется меньшим водо- и влагопоглощением модифицированного древесного наполнителя.

Библиографический список

1. Валеев И.А. Комплексная переработка всей биомассы деревьев в местах лесоразработок / И.А. Валеев, Р.Г. Сафин, В.Н. Башкиров // Химико–лесной комплекс: Сб. статей. – Красноярск, 2002. – С. 146–147.
2. Валеев И.А. Ресурсосберегающая технология переработки древесных отходов / И.А. Валеев, Р.Р. Сафин, Р.Г. Сафин, А.Н. Грачев // Лес – 2004: Сб. науч. тр. V Международ. науч.–техн. конф. – Брянск, 2004. – С. 121–123.
3. Пат. № 2425305 РФ, МПК F26B5/04, F26B3/34. Способ сушки термической обработки древесины / Р.Р. Сафин, Р.Г. Сафин, Н.А. Оладышкина, Р.Р. Хасаншин [и др.]; патентообладатель ООО «НТЦ РПО». – № 2010108198/06; заявл. 04.03.2010; опубл. 27.07.2011. – 8 с.
4. Хасаншина Р.Т Исследование прочностных характеристик древесностружечных на основе термообработанного древесного наполнителя/

Р.Т. Хасаншина, Ф.В. Назипова, Р.Р. Хасаншин // Сборник научных трудов III Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса» – Кострома, 2015 – С. 88-90.

5. Хасаншин Р.Р. Термическая обработка древесных частиц в камере барабанного типа / Р.Р. Хасаншин, Р.В. Салимгараева // «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика». – Воронеж, 2014 – Т. 2 – № 2-2 (7-2). С. 154-157.

6. Валиев Ф.Г. Моделирование процесса термического модифицирования

измельченной древесины в условиях кипящего слоя / Ф.Г. Валиев, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов // Труды XXV Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-25. – Волгоград, 2012 – № 11 – С. 48-49.

Пат. № 2464162 РФ, МПК В27N3/18, С08L97/02. Способ изготовления древесно-наполненного композиционного материала / Р.Р. Сафин, Н.Р. Галяветдинов, Р.Г. Сафин, Р.Р. Хасаншин [и др.]; патентообладатель ФГБОУ ВПО «КНИТУ». – № 2011105476/13; заявл. 14.02.2011; опубл. 20.10.2012. – 10 с.

УДК 658.7:004.4:630

АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИИ В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Е.Ю. Тарасенко, студент,
А. Л. Давыдова, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск
E-mail: worb1@mail.ru

В данной статье рассмотрены виды мониторинга. Составлена таблица сравнения характеристик каждого метода. Произведён анализ с выявлением наиболее выгодного и рационального вида мониторинга для лесной отрасли.

Ключевые слова: цепь поставок, информационный поток, диспетчерский пункт, транспортное средство, радиометка, штрих-код.

ANALYSIS OF INFORMATION MONITORING SYSTEMS IN THE FORESTRY

E.Yu. Tarasenko, student,
A. L. Davydova, Senior Lecturer

This article discusses the types of monitoring. Compiled a table comparing the characteristics of each method. The analysis was carried out with the identification of the most profitable and rational type of monitoring for the forest industry.

Keywords: supply chain, information flow, control room, vehicle, RFID tag, barcode.

Сложность, большая размерность и наличие огромного количества документов для перевозки продукции, используемых при управление цепями потоков в информационной системе, вызвали появление за рубежом концепции EDI («электронный обмен данными»). Он представляет собой компьютерный информационный обмен между пользователями с применением стандартного формата данных, обслуживающий современные телекоммуникационные технологии. Расшифровывать аббревиатуру EDI следует как «electronic document interchange — электронный документооборот». Под EDI-системой можно понимать компьютерную систему электронного обмена документами, а под EDI-технологией - процесс принятия решений на основе электронных документов. Повышение производительности достигается за счет быстрой передачи и обработки информации, достоверности данных — за счет уменьшения количества бумажных документов и резкого уменьшения возможности ошибок ввода данных. Сокращение логистических издержек достигается за счет уменьшения доли живого труда и материальных затрат, связанных с печатью, почтой, процедурами бумажного документооборота; сокращения телефонных, факсимильных коммуникаций; уменьшения административных и транзакционных затрат[1].

Информационные потоки (ИП) в электронной форме сегодня все чаще применяются в мониторинговых системах для контроля за движением грузов. В частности, некоторые компании используют открытые для клиентов технологии слежения за движением грузов по номерам товаротранспортных накладных (ТТН) через Интернет. Даже относительно несложные формы частичной информатизации логистической деятельности в цепях поставок (ЦП), доступные сегодня российским компаниям (например, автоматизация документооборота), в состоянии обеспечить существенное повышение эффективности работы [1]. В настоящее время в России активно продвигается и лоббируется использование сигналов спутников ГЛОНАСС, разработка и производство клиентского оборудования мониторинга для этой системы. Принят ряд законодательных актов, которые форсируют внедрение ГЛОНАСС и ограничивают применение других систем. При этом, в сравнении с NAVSTAR GPS, система ГЛОНАСС пока работает менее надёжно и в совокупности с наземным оборудованием даёт большую погрешность вычисления местоположения абонента[4]. Клиентское оборудование ГЛОНАСС стоит дороже, имеет большие размеры и худшие параметры

энергопотребления, представлено на рынке не так широко, как GPS. Этим объясняется сложность внедрения ГЛОНАСС-мониторинга и вынужденное его использование государственными предприятиями России.

Наибольшее распространение из информационных технологий, наряду с использованием систем ERP, получили различные системы слежения, связи и диспетчеризации транспорта в ЦП на базе спутниковых систем навигации и связи. Они обеспечивают надежную и удобную двустороннюю связь между отдельными структурными звеньями — центром управления и распределительными центрами, стационарными пунктами и подвижным составом[2]. Существует множество проблем, связанных с внедрением новых компьютерно-информационных технологий в управлении цепями поставок (УЦП), а именно: большие затраты, связанные с реализацией проектов комплексной автоматизации управления, нехватка квалифицированного персонала, отсутствие качественного программного обеспечения и др. [2].

Технология радиочастотной идентификации (РЧИ или RFID – Radio Frequency Identification) основывается на использовании небольших по размеру и невысоких по стоимости радиометчиков, называемых радиометками или метками (транспондерами). Базовая система РЧИ состоит из устройства опроса/чтения (интеррогатора/ридера), соединенного с антенной, и, обычно, подключенного к компьютеру. Сигнал передается или в виде непрерывного излучения, или в виде импульсов[3]. Когда радиометка проходит через зону чтения опросчика, она определенным образом изменяет его сигнал и возвращает его устройству опроса. Опросчик определяет разницу между излученным и принятым сигналами и выясняет таким способом идентификатор радиометки. Энергия для питания радиометки берется из батареи, являющейся частью оборудования радиометки (активная метка), или черпается из энергии несущего сигнала, обычно заряжающего встроенный в радиометку конденсатор (пассивная метка) [3]. Автоматическая идентификация осуществляет автоматическое распознавание, расшифровку, обработку, передачу и запись информации, большей частью с помощью нанесения и считывания информации, закодированной в штрих-коде[3]. В зависимости от применения штрих-кодов, экономия времени может быть самой различной. В большинстве случаев на складах торговых предприятий самым драматичным моментом являются инвентаризации. Точки продаж (Point-of-Sale) являются самыми привычным и знакомым применением штрих - кодов, и вряд ли найдется человек, который ни разу не видел, как кассир считывает штрих-код с товара.

Таблица 1 – Сравнение систем мониторинга информации.

	Преимущества	Недостатки	Стоимость
EDI	Улучшение канальных взаимоотношений между звеньями ЦП. Возрастание производительности при управлении ЦП. Достижения полной интеграции действий партнеров в ЦП. Уменьшение операционных и административных (транзакционных) логистических издержек.	Необходимость доработки программного обеспечения (ПО) в совместимый формат. Необходимость согласования способа формирования EDI-пакетов. Большой объем транзакций Достаточно высокая стоимость.	Стоимость внедрения системы порядка 100 тыс. \$ Установка ПО: 10 тыс. – 20 тыс. руб.
RFID	Небольшие по размеру радиометчики. Невысокая стоимость. Радиометки работают в широком диапазоне внешних условий. Сигналы могут проникать через строительные материалы, через тела людей или животных.	Радиометки чувствительны к очень высоким температурам и к тепловым ударам. Радиоволны не проникают сквозь металл. Сигналы могут проникать через строительные материалы, через тела людей или животных.	Стоимость радиометок не превышает нескольких долларов.
Штрих-коды	Автоматическое распознавание, расшифровка, обработка, передача и запись информации, большей частью с помощью нанесения и считывания информации. Очень легко приклеиваются практически к любой поверхности.	Ошибки, которые могут возникнуть при вводе информации вручную. Ошибки могут привести к потере значительной части прибыли или вообще лишит предприятие или компанию всей прибыли.	Невысокая стоимость
GPS	GPS – старейшая из существующих систем позиционирования, приведена в полную готовность раньше российской. Надежность обусловлена использованием большего числа резервных спутников. Контроль топлива. Контроль состояния грузов. Двусторонняя голосовая связь. Множество устройств поддерживает систему.	Спутники вращаются синхронно вращению Земли, поэтому для точного позиционирования требуется работа корректирующих станций. Низкий угол наклона не обеспечивает хорошего сигнала и точного позиционирования в полярных областях и высоких широтах	Дешевле, чем ГЛОНАСС
ГЛОНАСС	Положение асинхронных спутников на орбите более стабильное, что облегчает управление ими. Регулярное внесение корректив не требуется. Система создана в России, поэтому обеспечивает уверенный прием сигнала и точность позиционирования в северных широтах. Это достигается за счет большего угла наклона спутниковых орбит. ГЛОНАСС – это отечественная система, и останется доступной для россиян в случае отключения GPS.	Неполный комплект спутников. Продолжительность службы российских спутников ниже, чем американских, они чаще нуждаются в ремонте, поэтому точность навигации в ряде областей снижается. Спутниковый мониторинг транспорта ГЛОНАСС дороже, чем GPS из-за высокой стоимости устройств, адаптированных к работе с отечественной системой позиционирования. Недостаток программного обеспечения для смартфонов, КПК.	Минимум в 30 тыс. руб.

При анализе таблицы можно сделать вывод, что система EDI имеет большее количество преимуществ важных для логистики, но при этом имеет высокую стоимость внедрения. Система RFID удобна в использовании, имеет невысокую стоимость, но радиоволны не проникают сквозь металл, что пресекает возможность мониторинга лесной продукции на складах. Системы ГЛОНАСС/GPS имеют весомые преимущества и существенные недостатки.

Таким образом, учитывая вышеизложенное можно заключить, что для лесной отрасли наиболее оптимальным решением будет являться комбинирование системы спутникового мониторинга GPS/ГЛОНАСС и штрих-коды. Так как системы GPS/ГЛОНАСС являются лидерами по преимуществам, которые необходимы в лесной отрасли, имеющие приемлемую стоимость пользования и наиболее полезны для лесных предприятий. Штрих-кодами удобно маркировать пиломатериалы, вести идентификацию сотрудников, упрощать инвентаризацию на лесных складах, вести контроль за наличием и продвижением продажи пиломатериалов и др., обеспечение сохранности.

Библиографический список

1. Логистические информационно-компьютерные системы [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://managment-study.ru/logisticheskie-informacionno-kompyuternye-texnologii.html>
2. Информационные системы слежения, связи и диспетчеризации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.freepapers.ru/22/informacionnyye-sistemy-slezheniya-svyazi-i/40970.263104.list1.html>
3. Логистические системы мониторинга цепей поставок [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pandia.ru/text/82/073/51354-8.php>
4. Сравнение системы ГЛОНАСС и GPS поставок [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gpsmarker.ru/info/blog/gps-vs-glonass-kakaya-sistema-luchshe.html>

УДК 623.437.3.093; 629.03; 629.36

МЕХАНИЗМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ДЛЯ ТРАНСМИССИИ ЛЕСНЫХ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ МАШИН

Д.В. Увакина ⁽¹⁾, инженер,
Р.Ю. Добрецов ⁽¹⁾, д.т.н., доцент,
С.А. Войнаш ⁽²⁾, инженер

⁽¹⁾ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

⁽²⁾ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск

⁽¹⁾ E-mail: dr-idpo@yandex.ru

⁽²⁾ E-mail: sergey_voi@mail.ru

В статье на схемном уровне рассматривается предложение по применению управляемого механизма распределения мощности. Использование такого механизма позволит увеличить энергетическую эффективность скиддера и форвардера на шасси гусеничного или колесного трактора.

Ключевые слова: скиддер, форвардер, силы тяги на ведущих колесах.

POWER DISTRIBUTION DEVICE FOR THE POWERTRAIN FOREST TRACKED AND WHEELED VEHICLES

D.V. Uvakina ⁽¹⁾, engineer

R.Yu. Dobretsov ⁽¹⁾, Dr. in Technical Science, Assoc. Prof.

S.A. Voinash ⁽²⁾, engineer

⁽¹⁾ SPbPU Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg

⁽²⁾ FSBEI HE "Novosibirsk State Agrarian University", Novosibirsk

⁽¹⁾ E-mail: dr-idpo@yandex.ru

⁽²⁾ E-mail: sergey_voi@mail.ru

The article considers a proposal for the use of a controlled power distribution device at the schematic level. Using this mechanism will increase the energy efficiency of the skidder and forwarder on the chassis of a tracked or wheeled tractors.

Keywords: skidder, forwarder, traction forces on the driving wheels (running gears)

В лесном хозяйстве широко используются машины на основе гусеничного шасси. Помимо традиционных скиддеров и форвардеров, обозначились перспективы малогабаритных машин, адаптированных, например, для сбора недревесных материалов, а потенциально способных решать задачи, напрямую не связанные с лесозаготовкой.

Исследования, выполненные применительно к трелевочным гусеничным тракторам, показывают, что такие машины более 40% времени движения находится в режиме поворота. Поэтому одним из ключевых вопросов является проблема обеспечения качества управления поворотом гусеничных машин и колесных шасси, использующих принцип «ломающейся рамы» (например, лесотранспортные машины на шасси тракторов семейства «Кировец»). Трансмиссия трактора базируется на концепции применения вальной коробки передач и механизмов распределения мощности (МРМ)

ведущих мостов [2] или механизмов поворота (для гусеничной машины). Ранее разработанные МРМ на основе обгонных муфт [1] не позволяют обеспечить удовлетворительной устойчивости движения машины и позже были заменены простыми дифференциалами. Простой дифференциал относится к неуправляемым МРМ. Его использование облегчает работу механизма поворота [1,3], но применение управляемого МРМ более перспективно [3-5]. Следует ожидать, что использование управляемого МРМ в составе переднего моста колесного трактора позволит корректировать траекторию движения машины за счет изменения соотношения сил тяги на ведущих колесах.

Недостатками известных управляемых МРМ [3,6] признаются сложность конструкции и значительный радиальный габарит. При сохранении принципов управления МРМ [6] остаются возможности упрощения его редукторной части. На рис. 1 приведена кинематическая схема МРМ, основанная на трехзвенном планетарном механизме с кинематическим параметром, равным двум. Такой механизм заменяет простой симметричный конический или цилиндрический дифференциал.

По обеим сторонам от данного ряда располагаются простые планетарные механизмы с отрицательными кинематическими параметрами. С точки зрения обеспечения технологичности конструкции целесообразно задать значение $k = (-2)$. Управление распределением мощности реализуется с помощью тормозов T_1 и T_2 .

Рассматриваемый вариант кинематической схемы МРМ проще, чем для известных конструкций [3,6,7 и др.].

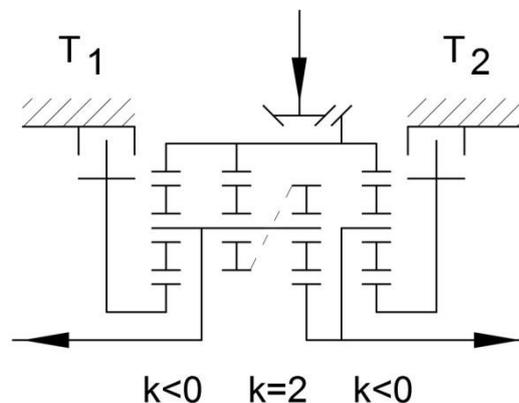


Рисунок 1 – Упрощенная кинематическая схема механизма распределения мощности

Обозначим угловые скорости: ω_0 – ведущего звена (эпициклические шестерени); ω_1 и ω_2 – бортов отстающего и забегающего; ω_{11} и ω_{12} – солнечных шестерен бортов отстающего и забегающего, связанные с тормозами. Обозначим k – кинематический параметр «бортового» планетарного ряда. Тогда кинематика предлагаемого механизма описывается зависимостями [8,9]:

$$\omega_{I1} = k \omega_0 + (1 - k) \omega_1; \quad \omega_2 + \omega_1 = 2\omega_0 .$$

При включении тормоза на отстающем борту $\omega_{I1} = 0$.

Межбортовое передаточное отношение в режиме фиксированного поворота [8,9]:

$$u_{21} = \omega_2 / \omega_1 \quad \text{и} \quad u_{21\phi} = \omega_2 / \omega_1 = 1 - 2/k .$$

Тогда фиксированный (расчетный) радиус поворота [8] составит:

$$\rho = 0,5 (u_{21} + 1) / (u_{21} - 1) \quad \text{и} \quad \rho_{\phi} = 0,5 (1 - k) .$$

Для трехзвенного планетарного механизма значения кинематического параметра следует заключить в интервал $|k| \in [1,6; 4,5]$.

Для трехзвенного планетарного механизма $k < 0$, а для механизма со сдвоенными сателлитами $k > 0$. С позиции обеспечения максимальной технологичности изготовления блока эпициклов, «бортовые» механизмы целесообразно изготавливать при значении кинематического параметра $k = (-2)$, чему соответствует $\rho_{\phi} = 1,5$. Такое решение найдет практическое применение, например, в случае лесных гусеничных машин.

Для колесного скиддера с ломающейся рамой межбортовое передаточное отношение при расчетном повороте зависит от геометрических параметров шасси и значения коридора, в который должно вписаться шасси при повороте. При $u_{21\phi} = 1,44$ и $\rho_{\phi} = 2,7$, можно получить допустимое значение кинематического параметра «бортового» ряда $k < (-4,5)$. Однако, выгоднее снизить фиксированный (минимальный) радиус поворота, и получить технологичную и компактную в радиальном измерении конструкцию МРМ. Для транспортных гусеничных машин рекомендуемое значение составляет $\rho_{\phi} = 3 \dots 4$. Получить его при допустимых значениях параметра k для данной схемы не удастся.

По конструкции рассматриваемый МРМ близок к механизмам, используемым в составе бортовых планетарным коробок передач быстроходных транспортных машин [9]. А это означает, что в машиностроительной отрасли апробированы технологии изготовления отдельных деталей, определены оптимальные материалы и сформировались подходы к проектированию подобных механизмов.

Выводы:

1. Применение предлагаемого управляемого механизма распределения мощности позволит упростить управление скиддером без существенного усложнения конструкции трансмиссии.
2. Предложенный механизм распределения мощности может быть изготовлен с применением апробированных на отечественных предприятиях технологий.

Библиографический список

1. Теория и расчет трактора "Кировец" / Е.А. Шувалов, А.В. Бойков, Б.А. Добряков, М.Г. Пантюхин; Под ред. А.В. Бойкова. – Ленинград: Машиностроение, 1980. – 208 с.

2. Yu. Galyshev et. Power Distribution Control in the Transmission of the Perspective Wheeled Tractor with Automated Gearbox. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 692. ISC Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT 2017. Springer International Publishing AG, 2018. PP. 192-200.

3. Трансмиссия перспективного колесного трактора с автоматизированной коробкой передач: управление распределением мощности / Р.А. Дидиков, Р.Ю. Добрецов, Ю.В. Галышев // Современное машиностроение: Наука и образование: материалы 6-й Междунар. научно-практ. конф. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. С.741-754.

4. О возможности улучшения управляемости трелевочного гусеничного трактора / Дидиков Р.А., Добрецов Р.Ю. // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы третьей Всеросс. научно-практ. конференции с междунар. участием. Петрозаводск: изд-во ПетрГУ, 2017. С. 61-64.

5. Пути улучшения управляемости лесных и транспортных гусеничных машин / Р.Ю. Добрецов, И.В. Григорьев, А.М. Газизов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (43). С. 97-106.

6. О возможности применения гидравлического привода в механизме распределения мощности / Р.А. Дидиков, Р.Ю. Добрецов, Р.В. Русинов // Вестник ААИ. 2016. №5(100). С. 30-32.

7. Development of Super АУС / Y. Ushiroda, K. Sawase, N. Takahashi, K. Suzuki, K. Manabe // «Technical review» – 2003. – №15. – С. 73-76.

8. Шеломов В.Б. Теория движения многоцелевых гусеничных и колесных машин. Тяговый расчет криволинейного движения: учебное пособие для вузов по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / СПб: Изд-во Политехн. ун-та. 2013. 90 с.

9. Расчет и конструирование гусеничных машин: Учебник для вузов / Носов Н.А., и др.; под ред. Носова Н.А. // Л: «Машиностроение», 1972. 559 с.

УДК 674.816.3

ФАНЕРНЫЕ ПАНЕЛИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОТ ФОРМАТНОЙ ОБРЕЗКИ

С. А. Угрюмов, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», 194021, пр. Институтский переулок, 5,
Санкт-Петербург, Российская Федерация
E-mail: ugr-s@yandex.ru

В статье предложен способ производства облегченных фанерных панелей с внутренним слоем на основе отходов от форматной обрезки, позволяющий эффективно утилизировать и перерабатывать образующие отходы фанерного производства. Представлены результаты экспериментальной оценки физико-механических свойств фанерных панелей.

Ключевые слова: фанера, фанерная панель, луцeный шпо, отходы от форматной обрезки, рейки, склеивание, прочность, плотность, водостойкость

PLYWOOD PANELS BASED ON WASTES FROM THE ASPECT OF CROPPING

S. A. Ugryumov, doctor of technical sciences, professor

Saint-Petersburg state forest engineering University named after S.M. Kirov,
194021, 5, Institutsky pereulok Av., Saint-Petersburg, Russian Federation

E-mail: ugr-s@yandex.ru

This article suggests a method for producing lightweight plywood panels with an inner layer based on waste from format trimming, which allows efficient utilization and recycling of the resulting waste of plywood production. The results of experimental evaluation of the physical and mechanical properties of plywood panels are presented.

Keywords: plywood, plywood panel, peeled veneer, waste from format trimming, slats, bonding, strength, density, water resistance.

Фанера общего назначения на основе форматного луцeного шпона и синтетических клеев успешно применяется в строительстве для внутренней и наружной обшивки зданий и сооружений, настила полов, формирования опалубки при возведении монолитных домов.

В технологическом процессе производства фанеры образуется большое количество отходов. В зависимости от технологической последовательности и уровня применяемого оборудования суммарная доля отходов составляет 50% и более [1]. Одним из видов отходов являются рейки от форматной обрезки шириной, как правило, 2,5...3,5 см, составляющие в зависимости от формата производимой фанеры 7...9% от объема необрезной фанеры [2]. При наличии сопутствующего производства плитных древесных материалов отходы перерабатываются (измельчаются) и направляются для формирования плит или иных композиционных материалов. В ином случае перед фанерными предприятиями стоит актуальная задача переработки и утилизации отходов, которая эффективно не решена.

Целью данной работы является поиск эффективных путей вторичного использования отходов от форматной обрезки в основном производстве фанеры.

Известны различные способы формирования внутреннего слоя фанеры и иных плитных древесных материалов, при производстве которых используются отходы форматной обрезки [3]. Недостатком большинства методов является высокая материалоемкость производства, большой расход лущеного шпона, низкие показатели физико-механических свойств.

Нами предложена конструкция фанерной панели с наружными слоями из взаимно перпендикулярных листов форматного лущеного шпона и внутренними слоями, сформированных путем установки на ребро реек, полученных из отходов от форматной обрезки (рис.1). Величина зазора между рейками определяется назначением фанерной панели.

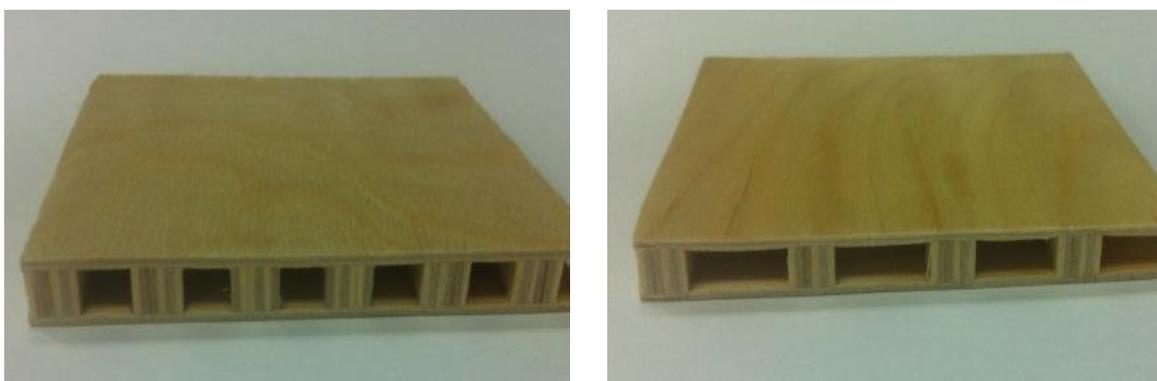


Рисунок 1 – Конструкция фанерной панели

Основные физико-механические характеристики фанерных панелей с различным зазором между рейками во внутреннем слое представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики фанеры

Расстояние между рейками, мм	Предел прочности при изгибе, МПа		Плотность, кг/м ³	Разбухание по толщине, %	Водопоглощение, %
	вдоль волокон	поперек волокон			
0	72,0	26,3	680,5	4,2	47,5
10	57,8	9,6	482,3	4,	44,1
15	52,7	5,9	442,5	4,3	40,6
20	48,4	5,7	414,9	5,3	45,9

Результаты испытаний показали, что при изготовлении фанерных панелей с внутренними слоями из уложенных на ребро реек наблюдается уменьшение прочности по сравнению с фанерой общего назначения. Это обусловлено неоднородностью внутреннего заполнения и наличием пустот

между рейками, однако предел прочности при изгибе вдоль волокон у всех образцов превышает нормированное значение по ГОСТ 3916.1–2018.

Конструкция данных фанерных панелей позволяет уменьшить плотность материала, а также разбухание и водопоглощение за счет снижения количества древесного материала, приходящегося на единицу объема.

Предложенный вариант сборки панелей с внутренним заполнением на основе уложенных на ребро реек от форматной обрезки позволяет эффективно утилизировать и перерабатывать образующие отходы с выпуском облегченного материала, уменьшить материалоемкость фанерного производства за счет сокращения расхода лущеного шпона и расхода клеевых материалов, снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. Волынский В.Н. Технология клееных материалов / В.Н. Волынский. – Архангельск: Издательство АГТУ, 2003. – 280 с.
2. Волков А.В. Справочник фанерщика / А.В. Волков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 486 с.
3. Лукаш А.А. Технология новых клееных материалов / А.А. Лукаш. – СПб.: Лань, 2014. – 304 с.

УДК 614.841.2

ВЛИЯНИЕ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

И.С. Федорченко⁽¹⁾, к.т.н., доцент кафедры АТТМ
В.А. Бакач⁽¹⁾, студент гр. БТЛ16-01
Д.А. Беляев⁽¹⁾, студент гр. БТЛ16-01

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева,
Российская Федерация, 660049, г. Красноярск, пр-т Мира, 82
E-mail: dima_belyaev_1998@mail.ru

В статье рассмотрена причина возникновения лесных пожаров, связанная с захламленностью лесосек. Выявлен наносимый вред от пожаров. Приведено сравнение влияния очищенной и неочищенной лесосек на распространение лесных пожаров. Описаны рекомендации по хранению порубочных остатков на лесосеке и их эффективной утилизации.

Ключевые слова: лесные пожары, порубочные остатки, экология, лесоматериалы.

INFLUENCE OF FELLING RESIDUES ON THE FORMATION AND DISSEMINATION OF FOREST FIRES

I.S. Fedorchenko ⁽¹⁾, Ph.D., Assoc. Department of ATTM

V.A. Bakach ⁽¹⁾, student of BTL16-01

D.A. Belyaev ⁽¹⁾, student of BTL16-01

⁽¹⁾ Siberian state University of science and technology named after academician M. F. Reshetnev

82 Mira Ave., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

E-mail: dima_belyaev_1998@mail.ru

The article discusses the cause of forest fires associated with cluttering of cutting areas. Identified damage caused by fires. A comparison of the effect of peeled and untreated cutting areas on the spread of forest fires is given. Recommendations on the storage of cutting residues in the cutting area and their effective disposal are described.

Key words: forest fires, logging residues, ecology, timber.

Из-за растущих темпов заготовки леса увеличивается их захламленность порубочными остатками, что вызывает ряд экологических и социальных проблем. С каждым годом становятся актуальны вопросы переработки, транспортировки и утилизации порубочных остатков на лесосеке. Кроме того, захламленность лесосек после проведения рубок является одной из причин возникновения и распространения лесных пожаров, которые являются основной проблемой лесного хозяйства Российской Федерации. Пожары наносят вред экологии леса (уничтожаются молодняки, семенные деревья, появляется задымленность, страдают животные и птицы), а также вред распространяется на местное население.

На лесосеке наибольшую долю от стволовой древесины составляет крона, размеры и объемы которой зависят от породы и возраста деревьев, запаса леса на гектаре, диаметра и бонитета леса. В качестве среднего объема кроны от объема ствола обычно принимают для: ели – 18%, сосны – 14%, березы – 6%, осины – 8%. Доля хвороста, оставляемого на лесосеке, достигает 11% от объема вывезенной древесины, валежника и обломков стволов – от 3 до 6,6%, вершинок – 1,5%, пней – 3%, корней ели – 16,5%, сосны - 11,5%, осины - 13% [1]. Не трудно представить, сколько лесных площадей захламлено порубочными остатками, сравнив с объемами заготовки древесины в нашей стране.

В пожароопасный период сухие ветви и сучья являются хорошо горящим материалом, что усложняет локализацию лесных пожаров. Влияние неочищенной лесосеки на усиление пожаров очень велико. Так, скорость распространения огня, по сравнению с очищенной лесосекой, становится больше в 2-3 раза. Кроме того увеличивается столб огня с 20-30 см до 1,5-2

метров, что грозит возникновением верхового пожара, и, следовательно, возрастают материальные затраты на предотвращение пожара в 5 раз и более [2].

В результате рубки деревьев появляются порубочные остатки, которые своевременно не утилизируются. Такими остатками являются вершины, сучья, ветви и окорки древесины. Их следует собирать в кучи или валы не ближе 10 м от стены леса и 5-6 м от штабелей пиломатериалов и молодняка чтобы не создавать пожароопасную обстановку в месте заготовки. Одним из методов утилизации порубочных остатков является сжигание в период осень-весна, когда распространение пожаров маловероятно. При этом следует соблюдать меры пожарной безопасности и подготовить противопожарный разрыв. Нельзя проводить сжигание одновременно с укладкой остатков в кучи, а также в ветреную погоду. В пожароопасный период оставленную лесопroduкцию и порубочные остатки собирают в штабеля, кучи создают защитную минерализованную полосу не менее 1 м или окаймляют ею всю делянку шириной не менее 1,4 м. Вокруг лесосеки также необходимо создать мин. полосу шириной 1,5-2 метра, а затем такими же полосами разбить ее на участки шириной 15 га. В опасный период рекомендуется засыпка сгоревших куч землей [1].

Не стоит допускать скопления свежесрубленных лесоматериалов в большом количестве. Требуется своевременная очистка мест рубок от порубочных остатков. Хорошим решением является очистка лесосек совместно с заготовкой лесоматериалов. К сожалению, лесозаготовительные предприятия в России не имеют достаточного автопарка техники, специализированной на переработке лесных отходов. Кроме того, данную технику может позволить себе лишь крупный лесозаготовитель. Что же касается мелких предприятий, на которых приходится большее число среди лесозаготовителей, они не могут позволить себе приобретение данной машины из-за финансовых возможностей. На данный момент в России не выгодно и дорого перерабатывать отходы с заготовки древесины и остается лишь бросать их на лесосеке.

Таким образом, решив проблему с порубочными остатками, можно частично изменить пожарную обстановку в лесу, которая также является одной из самых распространенных и затрагиваемых проблем лесного комплекса.

Библиографический список

1. Очистка лесосек от порубочных остатков: // Лесозаготовка бизнес и профессия: [Электронный ресурс]. URL: <http://lesozagotovka.com/rybriki/ekonomika-lesozagotovok/ochistka-lesosek-ot-porubochnykh-ostatkov/> (Дата обращения: 28.02.2020).

2. Таразевич А.А., Шлобин Л.А. Влияние лесных пожаров на лесозаготовительную отрасль [Электронный ресурс] / А.А. Таразевич, Л.А. Шлобин // Novainfo: г. Грязовец, 2017. – С. 82-86.

УДК 661.728.7

ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ – НАНОЦЕЛЛЮЛОЗА

С.А. Чесакова, студент,
А.А. Буркина, студент,
И.М. Еналеева-Бандура, к.т.н., доцент,

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им.
академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск
E-mail: andr3ewnavic@yandex.ru

*В статье представлен способ глубокой переработки древесины при
создании наноцеллюлозы.*

Ключевые слова: Наноцеллюлоза, лем, волокна, сырье, ткани

DEEP PROCESSING OF WOOD - NANOCCELLULOSE

S.A. Chesakova, student,
A.A. Burkina, student,
I.M. Enaleeva-Bandura, Ph.D., Associate Professor,

FSBEI of HE "Siberian University of Science and Technology named after
Academician M.F. Reshetneva ", Krasnoyarsk
E-mail: andr3ewnavic@yandex.ru

*The article presents a method of deep processing of wood when creating
nanocellulose.*

Keywords: nanocellulose, lem, fibers, raw materials, tissues

Лес – является достоянием Российской Федерации. Эксплуатация леса подразумевает использование новейших технологий учета леса, его лесовосстановления и переработки древесины. В современном мире целлюлозно-бумажная промышленность одна из лидирующих отраслей лесного комплекса, поэтому она признана стратегически значимой для развития экономики нашей страны.

Из переработанного древесного сырья давно делают ткани такие как вискоза или искусственный шелк (рис.1).. Но в общем объеме использования текстильной промышленности она занимает нишу не более 5%. В условиях постепенного истощения углеводородов, из которых производят синтетические ткани, и ограниченности сельхозугодий под хлопок растет потребность в материалах с принципиально новыми свойствами из новых источников сырья.

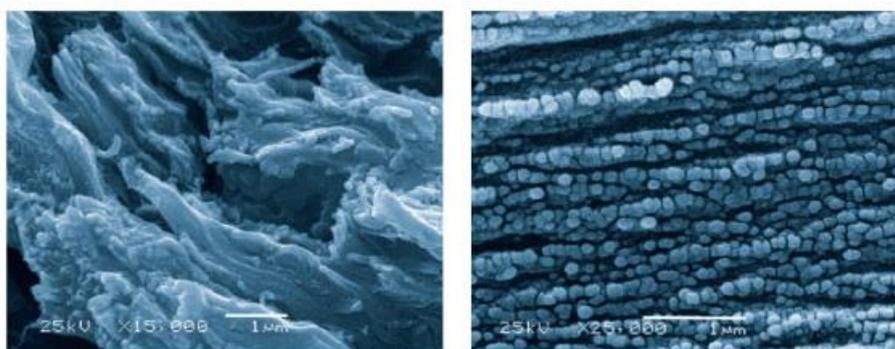
С каждым годом совершенствуется технологии, и наука не стоит на месте наступила новая эра нанокристаллической целлюлозы (наноцеллюлоза). Нанокристаллическую целлюлозу называют не иначе как материалом будущего.



Рисунок 1-Технология эволюции: материалы из древесины

Целлюлоза –один из распространённых органических продуктов на планете. Древесина, а в частности деревья, содержат 45–55% целлюлозы, стебли травяных растений 35–45%. Целлюлоза один из основных соединяющих компонентов растительных клеток. Самое извлекаемое сырье из растений и древесины это как раз целлюлоза. Ее используют при изготовлении бумаги, картона, тканых материалов и других видов продукции.

Наноцеллюлоза состоит из набора наноразмерных волокон целлюлозы с отношением сторон (длины к ширине), типичная ширина волокна — 5-20 нм, длина — от 10 нм до нескольких мкм. По другому, наноцеллюлоза – это есть специальное волокно из дерева, которое расщепляется до наночастиц. Наноцеллюлоза представляет собой коллоидный раствор (гелеподобная масса), который не расслаивается и не образует осадок. Структура этого материала представлена плотно упакованным массивом игловидных кристаллов. На рисунке 2 (а, б) можно увить разницу структуры между наноцеллюлозой и целлюлозой.



а)

б)

Рисунок 2- а) волокно целлюлозы в свекловичной пульпе б) поперечные волокна пленки наноцеллюлозы

Разбиением волокон обычной целлюлозы на нанофибриллы — длинные неразветвленные нити молекул — можно производить наноцеллюлозу. Благодаря своей структуре (упорядоченной трехмерной сети

из микрофибрилл) она отличается высочайшей прочностью и легкостью, к тому же это экологически безопасный биоразлагаемый материал. Благодаря своим свойствам она может применяться в различных отраслях современного мира.

Перечень применения наноцеллюлозы:

- спецодежду, производство прочных, легких и тонких детали обуви;
- биоразлагаемого материала. Возможно теперь будет активно использоваться биоразлагаемая упаковка и ситуация с экологией улучшится. Это серьезный шаг на пути к исчезновению свалок;

- Супергибкие экраны. Такая технология позволит больше не волноваться за разбитый телефон, телевизор и другую технику. Применение электроники с гибким экраном многообразно. К примеру, можно закрепить телефон на запястье руки, когда вы решили пробежаться в парке;

- ускоренной регенерации костей в стоматологии.

Производство наноцеллюлозы связано с меньшим, чем при производстве вискозы и синтетических волокон, использованием токсичных веществ сероуглерод и др. и значительно меньшими выбросами и сбросами вредных веществ на основе азота, хлора, формальдегида, углеводов.

На данный момент большой минусом данной технологии является производственные установки (ранние прототипы) используют весьма энергозатратный химический способ производства наноцеллюлозы. Традиционная технология производства наноцеллюлозы является очень затратным технологическим процессом, который связан с разрушением лигнина. Лигнин — это сложное полимерное соединение, содержащееся в клеточных стенках и межклеточном пространстве растений и скрепляющее целлюлозные волокна. Древесина лиственных пород содержит 18-24% лигнина, хвойных — 27-30%.

В современном мире существует множество технологий, позволяющие значительно сэкономить на производстве наноцеллюлозы, сделав его массовым. Это ускорит проникновение новых материалов в медицину, промышленный сектор и в повседневный быт россиян. Новый биотехнологический способ получения наноцеллюлозы удешевляет ее производство в 3,5 раза. Он предполагает 6 стадий, на одной из которых происходит получение чистых целлюлозных волокон и удаление лигнина. Специальный штамм плесневых грибов *Aspergillus niger* позволяет эффективно и дешево разрушить лигнин. Стоимость наноцеллюлозы на 10 % ниже, чем кевлара (пара-арамидное волокно), и в десятки раз ниже, чем цена углеродных нанотрубок (это модификация углерода, представляющая собой полую цилиндрическую структуру диаметром от десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров).

Как известно на лесосеке остаются порубочные остаются в виде: корней — в районе 16-17% у ели, 13% у осины и 11-12% у сосны. Это статистика при вывозке деревьями. А если вывозка будет производиться сортиментами будет оставаться ещё больше отходов, таких как сучья, листья,

ветки, корни и пни. На сегодняшний день основным методом очистки лесосек остается сбор и сжигание отходов рубки. Основным методом очистки лесосек остается сбор и сжигание отходов рубки. Если применять данную технологию то можно сделать безотходное производства. Которое пойдет в пользу нашей экологии. К сожалению, производства наноцеллюлоза в России и мире отсутствует. Но за этой технологией лежит путь в будущее.

В России очень много порубочных остатков, которые в основном сжигаются и не перерабатываются. Благодаря данной технологии можно отправить большой % порубочных остатков на переработку в наноцеллюлозу благодаря которой можно усовершенствовать технологии в других отраслях и сделать более экологичным настоящее и будущее нашей планеты. В данный момент производство дорогое и это связано с высокой стоимостью образования. Один из минусов данного производства энергозатратный энергетический способ.

Библиографический список

1. Национальный исследовательский университет// статья новые технологии для лесного сектора. Режим доступа URL: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/146594597.html> (дата обращения 28.02.2020)
2. Потехин В. Вторая индустриализация России// статья НАНОЦЕЛЛЮЛОЗА И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ. Режим доступа URL: <https://втораяиндустриализация.рф/nanotsellyuloza/> (дата обращения 28.02.2020)
3. Проект Консалтинговой группы "Текарт" в области чистых технологий//Статья Наноцеллюлоза — материал будущего? Режим доступа. URL: http://www.cleandex.ru/news/2017/04/21/nanotsellyuloza_material_buduschego (дата обращения 29.02.2020)
4. Новые материалы//Наноцеллюлоза против кевлара. 2012г. Режим доступа. URL: http://tcj.ru/wp-content/uploads/2014/02/2012_9_34-37_nanotselluloza.pdf (дата обращения 29.02.2020)
5. КОПИРАЙТЕРα// Статья целлюлозная революция – результат развития науки или суровая экономическая необходимость? Режим доступа. URL: http://copyreg.ru/load/glavnye_novosti/nauka_i_obrazovanie/celljuloznaja_revoljucija_rezultat_razvitija_nauki_ili_surovaja_ekonomicheskaja_neobkhodimost/54-1-0-106 (дата обращения 29.02.2020).

УДК 658.561.1:674.8

УТИЛИЗАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Д. З. Шаронова⁽¹⁾, студент,

Г. С. Миронов⁽¹⁾, к.т.н., доцент

⁽¹⁾ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева»
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, проспект им. газеты
«Красноярский рабочий», 31
E-mail: darya-sharonova@mail.ru

В статье рассмотрены основные направления утилизации вторичных древесных ресурсов. Приведены более эффективные способы преодоления современных проблем лесопользования.

Ключевые слова: утилизация отходов, биомасса дерева, биотопливо, древесная зелень.

RECYCLING OF WOOD RESOURCES

D. Z. Sharonova⁽¹⁾, student,
G. S. Mironov⁽¹⁾, PhD of Eng. Sci., Associate Professor

⁽¹⁾FSBEI HE "Siberian State University of Science and Technology named after academician M.F. Reshetnyov"
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: darya-sharonova@mail.ru

The article describes the main directions of recycling of secondary wood resources. More effective ways of overcoming the current problems of forest management are given.

Key words: waste disposal, tree biomass, biofuel, woody greens.

В производственном процессе лесозаготовок и первичной обработке древесины неизбежно образуются остатки сырья и материалов или возникают не являющиеся целью данного производства продукты, которые после дополнительной доработки либо переработки могут быть использованы для получения товарной продукции.

Отходы лесозаготовительного и деревообрабатывающего производств, представляют собой часть вторичных материальных ресурсов. Их особенность в том, что они являются компонентами биомассы растущего дерева, содержат все разнообразие органических веществ, образующихся в результате жизнедеятельности древесных растений. В биомассу входят все вещества, из которых состоят листья, хвоя, недревесневшие побеги, сучья, ветви, вершинки, ствол дерева, кора и корневая система. Физико-химические и энергетические свойства разных частей дерева и видов биомассы имеют существенные различия и в связи с этим свои особенности по применению в качестве промышленного сырья.

Практически вся биомасса дерева пригодна для химико-механической переработки или энергетического использования. Однако в большинстве случаев в процессе лесозаготовок и деревообработки используются лишь часть стволовой древесины [1].

Низкий уровень переработки древесины, в совокупности с объемами лесозаготовок, не обеспечивающими расчетного уровня, ежегодного объема пользования создают серьезные экологические проблемы для окружающей среды. Брошенная древесина создает благоприятную среду для развития очагов вредителей леса, являются причинами лесных пожаров. По данным ФГУ «Авиалесоохрана» более 90% лесных пожаров происходит на участках лесного фонда, находящихся в хозяйственном освоении. Одна из основных причин – захламленность лесосек [2].

Более эффективным способом преодоления современных проблем лесопользования, предупреждения возможных экономических и экологических последствий, к тому же отвечающим мировым тенденциям развития рынка лесных товаров, является строительство предприятий, основанных на безотходной переработке древесного сырья, вывезенного из лесосек, так называемых «санитаров» лесопромышленного комплекса. К ним в первую очередь относятся целлюлозные, целлюлозно-бумажные и плитные производства [3].

Другим весьма перспективным направлением утилизации вторичных древесных ресурсов может стать быстро развивающаяся альтернативная энергетика, которая способна потеснить минеральные ископаемые (нефть, уголь, природный газ) как источник тепловой и электрической энергии.

Сокращение использования ископаемого топлива и переход на биологические энергоносители способно кардинально улучшить экологическую обстановку. Биотопливо не нарушает естественного природного равновесия, так как выделяемый при его сгорании углекислый газ полностью поглощается в процессе фотосинтеза зелеными насаждениями.

Еще одним из направлений использования древесных отходов может быть их брикетирование. В зависимости от назначения брикетов и свойств исходного сырья, прессуемый материал, может быть, подвергнут термической, химической и другим видам обработки. Утилизация опилок возможна путем их брикетирования с последующей переработкой их в древесный уголь.

Еще одним эффективным и доступным в любых условиях способом утилизации сыпучих древесных отходов (опилок, отсева техщепы), а также измельченной коры является компостирование с целью получения органического удобрения.

Древесная зелень также мало используются как вторичный ресурс лесозаготовительной отрасли. На 1 м³ заготовленной стволовой древесины приходится в среднем 56 кг древесной зелени, содержащей 36 кг листьев и хвои. Наиболее отработана технология переработки древесной зелени хвойных пород (в основном пихты) в эфирные масла и в хвойно-витаминную муку [4].

Таким образом, к настоящему времени разработаны и реализованы многие схемы переработки различных видов древесного сырья. Среди них есть и весьма эффективные, базирующиеся на глубокой химической переработке древесной зелени, коры, опилок, стружек хвойных и лиственных пород. Однако внедрение этих производств хотя и предполагает значительный экономический эффект, но требует больших капитальных и эксплуатационных затрат, квалифицированных кадров, сложного оборудования.

Библиографический список

1. Миронов Г. С., Тюленева Е. М., Долматов С. Н. Комплексное использование древесины / Миронов Г. С., Тюленева Е. М., Долматов С. Н. // Красноярск: СибГТУ, 2016. – 86 с.
2. Максимов А. А., Воронина Е. А. Комплексная переработка древесного сырья в красноярском крае / Максимов А. А., Воронина Е. А. // [Электронный ресурс] http://www.science-bsea.bgita.ru/2009/les_2009/maksimov_komp.htm
3. Кожурин С. И. Использование древесных отходов и низкотоварной древесины в энергоснабжении / Кожурин С. И. [и др.] // Лесная промышленность. - № 2. – 2004.
4. Корпачев В. П., Миронов Г. С. Экология лесопользования / Корпачев В. П., Миронов Г. С. // Монография. – Красноярск: СибГТУ, 2007. – 212 с.

УДК 674.816.2

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ИЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННЫХ ЧАСТИЦ ЛИСТВЕННИЦЫ

Ю.А. Шашило, студент,
А.Р. Свиридова, студент,
В.П. Стрижнев, к.т.н, доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им.
академика М.Ф. Решетнева»,
Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: itsme_me@mail.ru

В данной статье представлены результаты исследований производства цементно-стружечных плит и предварительная обработка игольчатых стружек в растворах, после чего из стружек изготавливали плиты, которые после подвергались испытанию прочности на изгиб по ГОСТам. Также описано изготовление цементно-стружечных плит и какие неблагоприятные особенности несет данный процесс изготовления ЦСП.

Ключевые слова: Цементно-стружечные плиты, среда экстрагирования, экстракция

THE MANUFACTURE OF CEMENT-CHIPS BOARDS FROM PRETREATED PARTICLES OF LARCH

Y.A. Shashilo, student,
A.R. Sviridova, student,
V. P. Strizhnev, Ph. D., Associate Professor

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: itsme_me@mail.ru

This article presents the results of research on the production of cement chipboards and pre-treatment of needle shavings in solutions, after which the shavings were made into plates, which were then subjected to bending strength testing according to GOST standards. It also describes the production of cement-chipboard and what adverse features this process of manufacturing CBP.

Key words: Cement-bonded particle boards, medium of extraction, extraction.

Интерес к исследованиям и к производству цементно-стружечных плит во всем мире возник после крупных пожаров, произошедших в гостиницах США и Москвы в середине 60-х годов прошлого столетия. Внутренняя отделка стен и перегородок гостиниц была выполнена из синтетических органических материалов, сгорающих с высокой скоростью и с выделением при горении ядовитых газов. Цементно-стружечные плиты в отношении огнестойкости выгодно отличаются от материалов с использованием синтетических смол [1]. Плиты не горят открытым пламенем и не распространяют огонь от источника огня, при действии на них высоких температур медленно тлеют, выделяя углекислый газ.

Цементно-стружечные плиты (ЦСП) в условиях лаборатории университета готовились нами из невыдержанных игольчатых стружек лиственницы даутской с содержанием водорастворимых веществ (ВРВ) в количестве 18,03.

Предварительная обработка игольчатых стружек производилась преимущественно в щелочных растворах концентрацией от 0,1 до 0,3. Температура растворов варьировалась от 20 до 70° С. Для минерализации древесных частиц после их предварительной обработки использовали растворы сульфата алюминия совместно с раствором хлористого кальция. Время экстрагирования в растворах щелочи и солей составляло 6 минут, в воде-15 минут.

Из экстрагированных стружек готовили образцы ЦСП в виде плиток размером 40×40×160 мм, толщиной 10 мм. В качестве вяжущего материала использовали портландцемент Красноярского цементного завода марки М400, Д-20. Образца после формирования прессовали в металлических формах под давлением 2,5МПа, подвергали термообработке во влажных условиях при температуре 60-65°С в течении 8 часов. Готовые изделия подвергали испытаниям на изгиб в возрасте 1-14 суток в соответствии с ГОСТ на цементно-стружечные плиты[2]. По ГОСТ 26816-256 образцы ЦСП в суточном возрасте должны были показывать прочность на изгиб не менее 5-ти МПа.

Результаты исследований представлены в таблице 1. Некоторые из способов обработки стружек в нашей лаборатории производились и раньше. В данных испытаниях эти способы подготовки стружек лиственницы были заново продублированы.

Таблица 1. Результаты исследований

№	Среда экстрагирования	Температура, °С	Минерализатор, % Ц		Прочность на изгиб, в сутки	
			Al ₂ (SO ₄) ₃	NaOH	1	14
1	В воде ,15 минут	20	2	3	3,07	9,62
2	В 0,15 р-ре NaOH	20	2	3	5,72	13,60
3	В 0,15 р-ре Al ₂ (SO ₄) ₃	20	2	3	6,15	13,98
4	Двойная обработка стружек в воде (по 6 минут)	20	2	3	5,20	13,57
5	Стружки выдержаны на воздухе 2 месяца и затем экстрагированы в 0,15 р-ре NaOH	20	2	3	6,38	15,60

Эксперименты показали: экстракция невыдержанных стружек лиственницы даутской в воде в течении 15 минут при t=20°С не обеспечивает получение ЦСП требуемой ГОСТом прочности. Обработка стружек в растворах щелочи и некоторых растворах солей трехвалентных металлов (в частности в 0,15% растворе Al₂(SO₄)₃) позволяет готовить плиты прочностью на изгиб не менее 5 МПа в суточном возрасте не менее 13,5 МПа в 14 суточном возрасте , т.е прочностью соответствующей требованиям ГОСТ.

Технологии, включающие «мокрые» процессы при подготовке древесного заполнителя для древесно-цементных композиций, имеют некоторые неблагоприятные особенности, ранее практически не учитывающийся проектировщиками нашей страны.

На предприятиях, выпускавших фибролит или арболит для экстракции древесных частиц, как правильно, предусматривалась металлическая емкость (чан), в котором жидкость либо медленно перемещалась вместе с частицами вдоль чана, либо заливалась в чан и оставалась в нем в спокойном состоянии.

Древесные частицы помещались в сетчатый контейнер и кран-балкой погружались в жидкость чана. После предусмотрено технологией времени экстракции древесных частиц контейнер краном извлекался из чана и некоторое время (примерно 3-5 минут) в подвешенном состоянии выдерживался над чаном для стекания излишней воды с древесных частиц. Затем краном контейнер подавался к бетономешалке, в которой и производилось смешивание компонентов формовочной смеси.

Как при стекании воды с частиц, находившихся в контейнере после экстрагирования, так и при движении контейнера к бетономешалке часть воды в виде капель падала на пол, и частично на технологическое оборудование. Атмосфера в цехах переувлажнялась, сырость неблагоприятно сказывалась на здоровье и самочувствие работников предприятий. К тому же требовалась постоянная уборка цехов от влаги, попавшей на оборудование и на пол.

Имелось еще одно неблагоприятное обстоятельство: необходимость очистки сточных экстракционных вод от мелких древесных фракций, не задержанных сетчатой структурой контейнеров при стекании воды с частиц сточных вод от растворенных в них водорастворимых веществ и (при экстракции частиц в водных растворах) растворенных химических реактивов.

В связи со сказанным нами параллельно с предварительной подготовкой древесного заполнителя в воде и водных растворах, проверялись также технологии древесно-цементных композиций, не предусматривающие замачивание древесного заполнителя. Перспективными являются поиски таких ингредиентов для формовочных смесей, которые либо перевели бы древесные сахара в состояние, не оказывающие негативного влияния на твердение цемента, либо образовывали на поверхности частиц труднорастворимые комплексы, препятствующие выходу ВРВ в воду затворения.

Библиографический список

1. Производство и применение цементно-стружечных плит, обзорная информация, плиты и фанера. Хасдан С.М., Разумовский В.Г. М.: ВНИПИЭЛ леспром 1982. Выпуск 2-32с.
2. Плиты цементно-стружечные. Технические условия. ГОСТ 26816-86. Утвержден 30.12.85.-17с .

УДК 631.3.001

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ

Д.Е. Шпагин, студент ИЛТ гр. БНТ 18-01

В.Н. Коршун, к.т.н, доцент

Сибирский университет науки и технологий им. академика М.Ф.
Решетнёва, г. Красноярск
E-mail: korshunvn@mail.sibsau.ru

В статье дается анализ существующих технологий лесовыращивания в условиях переувлажнения. Приводится проект лесосушения лесного квартала, примыкающего к реке.

Ключевые слова: лесное хозяйство, лесовыращивание, переувлажненные почвы, лесомелиорация

ADVANCE THE EFFICIENCY OF FORESTRY

D.E. Shpagin, student of ILT gr. BNT 18-01
V.N. Korshun, Ph.D., Ass. Proff.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Krasnoyarsk
E-mail: korshunvn@mail.sibsau.ru

The analysis of existing forest cultivation technologies in conditions of waterlogging provides in article. The forest drainage project of the forest block adjacent to the river is presented.

Keywords: forestry, forest cultivation, waterlogged soils, forest drainage

Магистральным направлением повышения эффективности лесов является лесовыращивание. Агролесомелиоративные мероприятия являются одним из видов ухода за лесом, направленным на повышение продуктивности лесов и сохранение их полезных функций (Ст. 64 ЛК РФ). На лесной территории РФ насчитываются большие площади болот, покрытых низкопроизводительным лесом. Лесоосушительная мелиорация позволяет резко повысить продуктивность лесов и выход деловой древесины, улучшить условия естественного и искусственного возобновления леса, а также повысить производительность труда при проведении лесозаготовительных работ и лесохозяйственных мероприятий. В связи со строительством в Красноярском крае целлюлозно-бумажных комбинатов потребность в древесном сырье существенно возрастет, а примыкающие к транспортным дорогам территории лесного фонда сильно истощены. Поэтому для нашего региона повышение продуктивности лесов является актуальной задачей.

Одновременно с осушением следует проводить строительство лесных дорог. В этом случае вынимаемый из каналов грунт используют для устройства полотна дороги. На осушенных площадях по просекам, а также вдоль магистральных и собирательных каналов строят дороги III категории для обеспечения транспортных работ, лесохозяйственных мероприятий и текущего ухода за каналами осушительной сети.

Размещение лесохозяйственных дорог, совмещенных с каналами осушительной сети, производят с таким расчетом, чтобы они максимально способствовали не только улучшению условий транспортных перевозок, но и повышению интенсивности всех видов деятельности в лесах.

При правильно выполненной мелиорации благодаря устройству совмещенной дорожно-мелиоративной сети появляется возможность проведения выборочных и постепенных рубок и интенсивная эксплуатации древостоев.

Анализ научно-технической информации показывает, что в России лесосушительные работы осуществляются по трем основным технологиям:

1 сооружению мелиоративных канав предшествует подготовка трассы (валка деревьев и корчевка пней);

2 устройство мелиоративных канав производится одновременно с подготовкой трассы (корчевкой пней);

3 мелиоративные каналы сооружают без подготовки трассы.

Технологию 1 применяют обычно при осушении объектов лесомелиорации I категории в эксплуатационных и резервных лесах. В защитных лесах применение технологии 1 ограничено, а отдельные технологические операции имеют свою специфику. Технология 2 менее распространена, чем 1. Удельный вес площадей, на которых ее целесообразно применять, составляет не более 30% от лесомелиоративного фонда. Осушение объектов II категории рационально проводить по технологии 2. Технологию 3 в основном используют при осушении лесных, безлесных и малолесных болот (сосна по болоту), которые относятся к объектам мелиорации III категории. Удельный вес таких площадей невелик (не более 15%) [1].

Из специальных технологий лесосушения необходимо остановиться на взрывном способе устройства мелиоративных канав, который может найти ограниченное применение на объектах III категории и в условиях скальных грунтов. Вместе с тем, взрывной способ устройства мелиоративной сети имеет целый ряд недостатков: сложная организация работ, низкое качество сооружаемых канав и высокая стоимость [2].

В рамках дипломного проекта разработана технология лесосушительных работ разрабатывается применительно к лесному участку (Квартал № 133 Катангского лесничества Иркутской области). Грунтовые условия относятся к I категории – лесные заболоченные площади, слабо оторфованными грунтами различного механического состава. С южной части лесного участка протекает река Кирен. Имеется минимальная ширина водоохраных лесов, в которых мелиоративные мероприятия запрещены. Через территорию участка проходит дорога. Планируется прокладка магистрального канала со сбросом воды в реку. Уклон местности направлен в сторону реки. К магистральному каналу примыкают водоотводящие каналы, глубиной 0,5 м. Их прокладывает каналокопатель, конструкция которого разрабатывается в дипломном проекте. Мелиоративный уход за лесом имеет смысл совместно с рубками ухода. При таком сочетании можно достичь максимальной продуктивности лесов. Технология рубок ухода

осуществляется по широкопосечной технологии, поэтому целесообразно совместить пасечные волоки с осушительной сетью. Ширина пасечных волоков 4 метра. Этого достаточно для прокладки на пасечном волоке водоотводящих каналов. На рисунке показана схема лесосушения (рисунок 1).

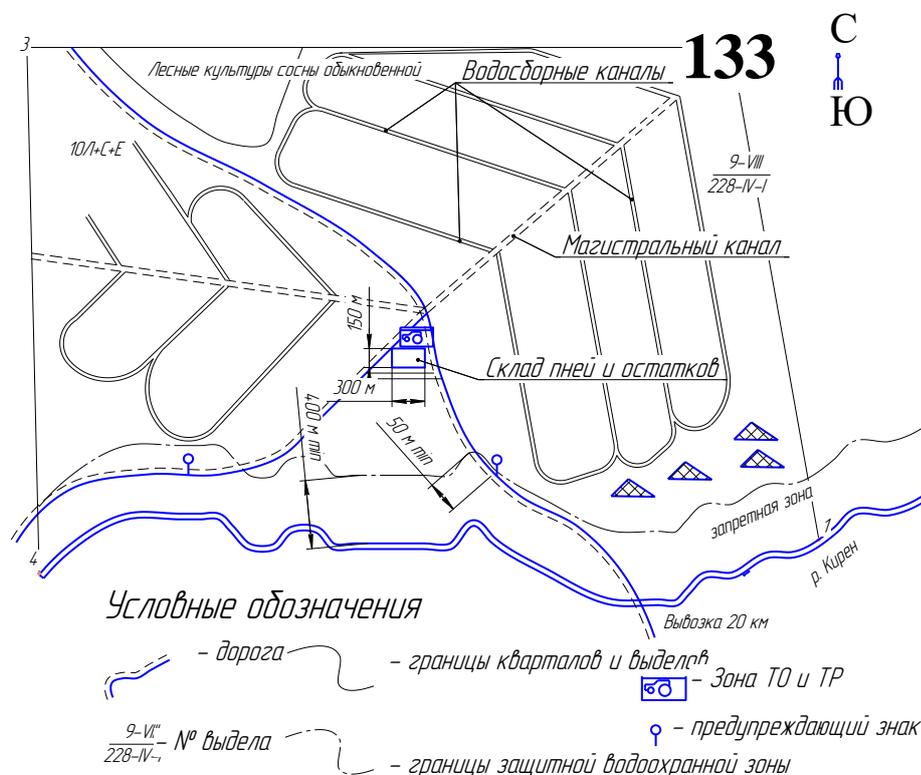


Рисунок 1 – Схема строительства лесомелиоративного участка

Библиографический список

1. Основы природопользования / Под ред. Р.С. Потапенко. – Минск: Наука и техника, 1980. – 572 с.
2. Гуцелюк Н. А. Технология и система машин в лесном и садово-парковом хозяйствах [Текст] / Н.А. Гуцелюк, С.В. Спиридонов. – СПб.: ПРОФИКС, 2008. – 696 с.

УДК 674.093:658.567

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В. А. Шувалова, студент,
Е.Ф. Васильева, студент,

Т. А. Иконостасова, студент.
И.М. Еналеева – Бандура, доцент

ФГБОУ ВО «Сибирский университет науки и технологий им.
академика

М.Ф. Решетнева», г. Красноярск
E-mail: andr3ewnavic@yandex.ru

В данной статье приведены показатели использования древесины по наиболее крупным и дееспособным комплексам лесного производства Красноярского края, произведен анализ деятельности обозначенных предприятий в сфере глубокой переработки леса.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, переработка древесины, лесные продукты, глубокая переработка лесных ресурсов, эффективность использования лесных ресурсов.

ON THE USE OF FOREST INDUSTRY WASTE AT WOOD PROCESSING ENTERPRISES OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

V. A. Shuvalova, student,
E. F. Vasilyeva, student,
T. A. Ikonostasova, student
I. M. Enaleeva-Bandura, assistant professor

Siberian University of science and technology. academician M. F. Reshetnev
Krasnoyarsk
E-mail: andr3ewnavic@yandex.ru

This article presents the indicators of wood use for the largest and most efficient complexes of forest production in the Krasnoyarsk region, and analyzes the activities of these enterprises in the field of deep processing of wood

Keywords: timber industry, wood processing, forest products, deep processing of forest resources, efficiency of forest resources use

Лесная промышленность является одной из наиболее интересных для изучения ввиду своей сложности, многосторонности, распространенности по всему миру и необходимости ее продуктов для экономики любых стран.

Лесной комплекс играет важную роль в социально-экономическом развитии страны, поскольку он обеспечивает базовые условия жизнедеятельности общества и существенно влияет на экономический рост государств, а также внешнюю торговлю стран мира.

Важным направлением устойчивого развития отечественного производства является комплексное использование древесных ресурсов. Отходы образуются практически на всех стадиях лесозаготовительного и

деревоперерабатывающего процессов. Спектр направлений развития переработки отходов от деятельности лесной промышленности также велик. В зависимости от вида древесных отходов их можно использовать в разных направлениях отечественной промышленности (рисунок) [1].



Рисунок – Основные направления использования древесных отходов

7 млн кубометров отходов лесопереработки образуется в Красноярском крае ежегодно. Такие цифры озвучил министр энергетики, промышленности и торговли региона Анатолий Цыкалов, выступая на круглом столе в рамках Сибирского экономического форума. Дело не только в упущенных финансовых возможностях, но и в захламлении ЛПК отходами, причем заваливают не только собственную территорию, но и близлежащие – ведь объем отходов может достигать более 50% от общего объема перерабатываемого круглого леса. Это является реальной угрозой пожара.

Сложившаяся ситуация с отходными материалами вызывает озабоченность и тревогу из-за нарушений экологических и санитарных норм. Меньше претензий вызывают крупные компании, не упускающие возможности вторично использовать древесные остатки. Переработки отходов осуществляется на месте. Мелкие и средние предприятия стараются закупать древесину. В Красноярском крае создано с 2010 по 2020 годы 72 предприятия, из которых 26 прекратили существование, и лишь 11 являются наиболее крупными и дееспособными [2]. Результаты хозяйственной деятельности обозначенных предприятий по переработке отходов представлены в таблице.

Таблица - Объемы переработки отходов лесопромышленных предприятий Красноярского края

Название предприятия	Направления производства	Направления использования отходов производства
ЗАО «Краслесинвест»	пиломатериалы, садовая мебель, двери	пеллеты 80 тыс. тонн в год
ООО «ДОК "Енисей"»	пиломатериалы, клееная продукция	20 тонн пеллет
ООО «Сибирь - СВ»	пиломатериалы	Планируется
ООО «Приангарский ЛПК»	пиломатериалы	220 тыс. т. топливных брикет

ООО «КРАСФАН»	хвойная фанера из шпона сосны, ели	брикеты 100 тыс. в год
АО «Лесосибирский ЛДК №1»	пиломатериалы, древесно-волоконистые плиты и изделия из древесины	топливных гранул (пеллет) 70 тыс. в год.
ЗАО «Новоенисейский ЛКХ»	пиломатериалы, древесные плиты	80 тыс. т пеллет в год
ООО «ЛЕСНОЙ КРАЙ»	пиломатериалы, непропитанные железнодорожные и трамвайные шпалы	нет
ООО "ЛЕСКОМ"	Пиломатериалы, брус, доска обрезная, штакетник, горбыль и опилки	топливные брикеты (50 тыс. в год)
ООО «Ангарская Лесопромышленная Компания»	пиломатериалы, профилированные по кромке; древесное полотно, древесная мука; технологическая щепка	нет
ООО «Сиблес»	канифоль, скипидар и продукты его переработки (камфен, пинен), эфиры канифоли, талловый пек	170 тыс. тонн пеллет в год.

Согласно приведенным данным более 70% представленных предприятий в таблице осуществляют глубокую переработку леса, путем производства пеллет. Это обусловлено тем, что в последние годы в зарубежных странах увеличился спрос на экологически чистые виды топлива.

Тем не менее, хозяйственная деятельность предприятий лесной промышленности находится в упадочном состоянии, согласно выше указанным данным около 50% ЛПК Красноярского края, не реализуют древесные отходы.

Исходя из анализа источников, можно обозначить, что основная сложность заключается в сборе отходов, который в настоящий момент не налажен. В идеале, сбор должен быть централизованным, но для этого необходимы площадки временного накопления и сортировки, где поступающие отходы будут разделяться по видам и подготавливаться для перевозки на производственный участок [3]. На этих же площадках нужно организовывать участки первичного измельчения крупнокусковых отходов (горбыля, срезки, тонкомера) в щепу, опил. Следовательно, можно заключить, что одним из решений данной проблемы является объединение лесозаготовителей и лесопользователей края по районам. А также, решение по обозначенной задаче без создания соответствующих нормативных документов невозможно. По отмеченной проблеме, Губернатор Красноярского края Александр Викторович Усс отметил: «Применительно к каждому предприятию будут разработаны производственно-технологические паспорта. Параметры этих требований должны включать технологию производства, условия труда и перевод на безотходное производство. Мы не имеем права больше действовать так с отходами лесопиления», а также: «Мы помним пожары, которые стали настоящим бедствием. Все это является следствием того, что наши города и леса завалены отходами лесопиления. И, к сожалению, многие работающие здесь предприятия практически не

озабочены тем, что с отходами делать. Так дело не пойдет». Следовательно, для стимулирования развития глубокой переработки леса в Красноярском крае, дающей возможность сохранить лесные ресурсы для последующих поколений и увеличить экономическую отдачу от использования каждого кубометра леса, необходима интеграция законодательной власти, лесопользователей и лесозаготовителей. Только комплексный подход может привести к положительным результатам.

Библиографический список

1. Мохирев А.П. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования/ Безруких Ю. А. // научная статья: Лесосибирск. – 2015. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/pererabotka-drevesnyh-othodov-predpriyatij-lesopromyshlennogo-kompleksa-kak-faktor-ustoychivogo-prirodopolzovaniya>
2. Журавлева Л.Н., Матыгулина В.Н./Использование древесных отходов на деревообрабатывающих предприятиях Красноярского края «Промышленные биотехнологии»
3. Воронина Е.А. Необходимость создания на территории Красноярского края производств по переработке древесных отходов // научная статья: Красноярск. – 2017.

УДК 674.812-41

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА ИЗ ДРЕВЕСНО-КОРЬЕВОЙ СМЕСИ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

В.Д. Эскин, студент
А.И. Криворотова, научный руководитель

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Пр. Мира, 82, Красноярск, 660049, Российская Федерация
E-mail: vladislaweskin@gmail.com

Представлены результаты исследования свойств древесно-полимерного композита из древесно-корьевой смеси хвойных пород древесины.

Ключевые слова: древесно-полимерный композит, древесно-корьевая смесь, физико-механические показатели, древесина.

RESEARCH OF PROPERTIES OF A WOODEN POLYMERIC COMPOSITE FROM A WOODEN-CORY BROWN MIXTURE OF CONIFEROUS BREEDS OF WOOD.

V.D. Eskin, student
A.I. Krivorotova, supervisor

Siberian state University of science and technology named after academician
M. F. Reshetnev
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: vladislaweskin@gmail.com

The results of a study of the properties of a wood-polymer composite from a wood-bark mixture of coniferous wood species are presented.

Keywords: wood-polymer composite, wood-bark mixture, physical and mechanical properties, wood.

В последние годы древесно-полимерные материалы занимают всё большую нишу на рынке строительных материалов. В Европе и США этот материал получил широкое распространение. Одним из главных преимуществ древесно-полимерных композитов по сравнению с аналогами является использование при их изготовлении отходов деревообрабатывающей промышленности и вторичных отходов полимеров, а также экологическая безопасность и отсутствие отходов при производстве [1].

Возможность изготовления ДПМ на основе древесно-корьевой смеси позволит утилизировать на деревообрабатывающих предприятиях внебалансовые отходы окорки и отходы обработки древесины (опилки, кусковые отходы, щепу).

Для изготовления в лабораторных условиях древесно-полимерных материалов на основе смеси древесных частиц и коры был принят следующий исходный состав компонентов: 35 % полимера + 65 % древесно-корьевая смесь (40 % древесной муки + 25 % коры хвойных пород древесины.)

В лабораторных условиях были получены плоские плиты размером 150×150 мм толщиной 10, 15 и 18 мм. Изготовление изделий из ДПМ осуществляли методом горячего прессования в замкнутом объеме.

На рисунке 1 представлена гистограмма средних значений плотности древесно-полимерных композиций изготовленных на основе древесно-корьевой смеси. Значения плотности для материалов на основе разных полимеров варьируются от 950 до 1300 кг/м³, что соответствует требованиям, предъявляемым к древесно-полимерным композиционным материалам [2].

На рисунке 2 представлена гистограмма прочности древесно-полимерного материала на статический изгиб. Наибольшей прочностью обладают образцы на основе полистирола, наименьшей на основе

поливинилхлорида. Это в первую очередь связано со свойствами полимерного материала. Прочность на статический изгиб для представленных образцов находится в пределах от 20 до 75,9 МПа.



Рисунок 1 – Гистограмма плотности образцов древесно-полимерного материала.

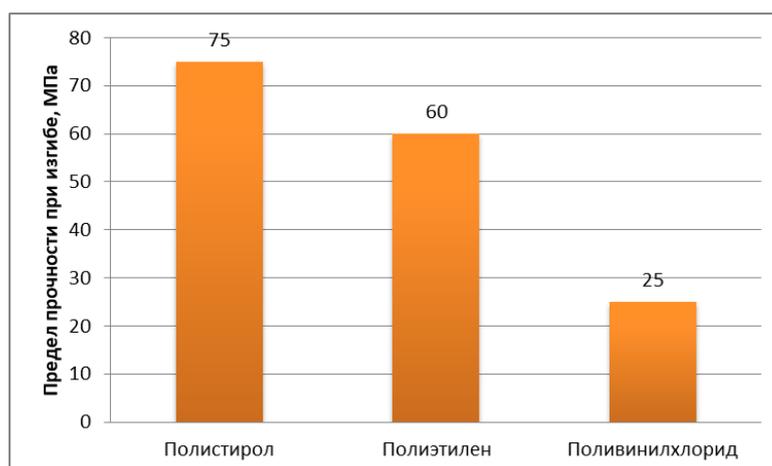


Рисунок 2 – Гистограмма прочности полученных образцов древесно-полимерного материала на статический изгиб.

На рисунке 3 приведены гистограммы водопоглощения ДПМ за 24 ч для всех исследуемых образцов. Значения образцов на основе полистирола и полиэтилена отличаются незначительно, однако образец на основе поливинилхлорида обладает значительно меньшим показателем.

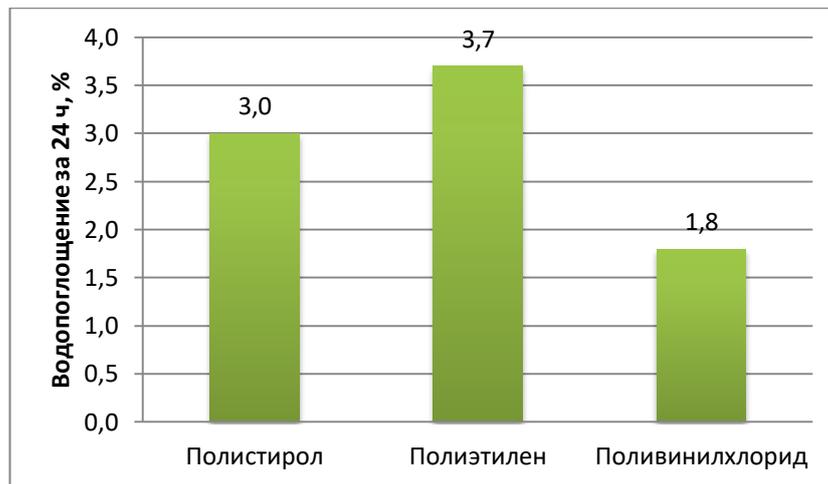


Рисунок 3 – Гистограмма водопоглощения образцов древесно-полимерного материала.

Таким образом, в работе установлена возможность использования для изготовления древесно-полимерного материала древесно-корьевой смеси хвойных пород древесины. В дальнейшем предполагается изучить влияние соотношения исходных компонентов в смеси на свойства готового изделия ДПМ.

Библиографический список

- 1 Филиппович А.А. Технология композиционных материалов. Основы научных исследований. Первичная статистическая обработка результатов эксперимента: Учебное пособие [Текст]/ А.А. Филиппович, Л.Л. Кротова, А.И. Криворотова, А.Г. Костыгин. – Красноярск: СибГТУ, 1999. – 72 с.
- 2 Клесов А.А. Древесно-полимерные композиты [Текст]/ А.А. Клесов. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 736 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ (Г.Р. АРСЛАНОВА, К.В. ВАЛЕЕВ, Л.И. ГИЗАТУЛЛИНА, Р.Г. САФИН).....	4
ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ (К.В. АСТАПКОВИЧ, А.В. НИКОНЧУК, С.А. БРОВКИН, В.А. ШУВАЛОВА).....	8
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ (М. С. АСТАШЕВСКИЙ, А. В. НИКОНЧУК).....	11
ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДИСКОВЫХ НОЖЕЙ ПРИ БЕССТРУЖЕЧНОМ ДЕЛЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ (Т.С. АШМАРОВА, В.П. ИВАНОВСКИЙ).....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА СТРОИТЕЛЬСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕНИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ (П.А. БАРЧУК., Т.Е. ВОРОНЦОВА, А.Н. БАРАНОВ).....	19
ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ (А.Р. БИРМАН, В.А. СОКОЛОВА, С.А. ВОЙНАШ).....	22
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ПОГРУЗЧИКА НА СКЛАДЕ ЛЕСОПРОДУКЦИЙ ПОСРЕДСТВОМ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА ПОИСКА РАЦИОНАЛЬНОГО МАРШРУТА (С.А. БРОВКИН, К.В. АСТАПКОВИЧ, А.Л. ДАВЫДОВА).....	28
БИО-РЕФАЙНИНГ КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВА (А.А. БУРКИНА, С.А. ЧЕСАКОВА, А.Л. ДАВЫДОВА)	32
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ЗЕРКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ В АЛАПАЖНОМ ДИЗАЙНЕ МЕБЕЛИ И ИНТЕРЬЕРА (Т.Л. БУРЧАКОВА, Л.В.ПОНОМАРЕНКО, Е.В. КАНТИЕВА).....	36
ЭКСТРАГИРОВАНИЕ АРАБИНОГАЛАКТАНА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ (К.В. ВАЛЕЕВ, Г.Р. АРСЛАНОВА, Л.И. ГИЗАТУЛЛИНА, Р.Г. САФИН).....	41
ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ (Ю.Н. ВЛАСОВ, О.А. КУНИЦКАЯ).....	45
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ (С.А. ВОЙНАШ, Д.А. КОНОНОВИЧ, С.Е. АРИКО, В.А. СОКОЛОВА).....	48
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ПЕЛЛЕТ (М.А. ГАЗИЗОВ, Д.Ф. СУЛЕЙМАНОВА, Д.Р. ГУМЕРОВ, Л.И. ГИЗАТУЛЛИНА, Д.А. АХМЕТОВА)	55
ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗВЛЕКАЕМЫХ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ И ВЕТЕРИНАРИИ (Л.И. ГИЗАТУЛЛИНА, М.А. ГАЗИЗОВ, Д.Ф. СУЛЕЙМАНОВА, Г.Р. АРСЛАНОВА)	58
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН (И.В. ГРИГОРЬЕВ, С.А. ВОЙНАШ).....	62
ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ЛЕСОПОЖАРНЫХ МАШИН В РОССИИ (О.И. ГРИГОРЬЕВА, А.Б. ДАВТЯН, Е.В. КАНТИЕВА).....	66
ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В АДСОРБЕНТЫ (Д.Р. ГУМЕРОВ, И.Р. КАРИМОВ, М.А. ГАЗИЗОВ, Д.Ф. СУЛЕЙМАНОВА, Р.Г. САФИН)	70
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО ШПОНА (Т.В. ЕФИМОВА, С.Б. ДУНАЕВ).....	74
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИТА ИЗ КУСКОВЫХ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА (А.А. ЗАЕВА, А.И. КРИВОРОТОВА, В.Л. СОКОЛОВ).....	77
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САЖЕНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ (В.Ю. ЗВЯГИНЦЕВ, А. В. ПРЯНИЧНИКОВА, А.В. НИКОНЧУК).....	80
ВНЕДРЕНИЕ ОПИЛКОБЕТОНА В МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ДОМОВ ПОСРЕДСТВОМ 3D-ПРИНТЕРА	

(Т. А. ИКОНОСТАСОВА, В. П. СТРИЖНЕВ, В. А. ШУВАЛОВА, Е.Ф. ВАСИЛЬЕВА, И. М. ЕНАЛЕЕВА-БАНДУРА)	83
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ	
(Р.В.КАЗАНЦЕВ, А.А.КАРЕЛИНА, Д.В.ЧЕРНИК).....	87
ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИНТЕГРАЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНУЮ ОТРАСЛЬ	
(Р.В.КАЗАНЦЕВ, А.А.КАРЕЛИНА, Д.В.ЧЕРНИК).....	90
МАШИНЫ ДЛЯ РУБОК УХОДА	
(А.А.КАРЕЛИНА, Д.В.ЧЕРНИК).....	94
ОБ ОСНОВНЫХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОСТАВОК ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННОЙ ПЕРЕВОЗКИ	
(И.О. КОЗЯЕВА, А.Л. ДАВЫДОВА).....	97
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ФОРМАТЕ 4D	
(В. А. ЛОЗОВОЙ, А.В. НИКОНЧУК, К.А. БОСЛОВЯК)	101
ВИДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ ДЛЯ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ В ФОРМАТЕ 4D	
(В. А. ЛОЗОВОЙ, А.В. НИКОНЧУК, Д.Н. ЖДАНОВА)	105
КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	
(С.А. ЛХАСАРАНОВ, Л.А. УРХАНОВА).....	110
КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА БИОМАССЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ФАНЕРЫ	
(В.О. МАНЖУЛА, И.В. МУТОВИН).....	113
КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
(В.Е. МИТРОФАНОВ, Е.В. МИКРЮКОВА).....	117
СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	
(В.В. МОРОЗОВ, В.А. МОРОЗОВ).....	119
ПУТИ СНИЖЕНИЯ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОПЕРАТОРОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ТРАКТОРОВ	
(В.В. МОРОЗОВ, В.А. МОРОЗОВ).....	122
КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЯ ШУМА В КАБИНЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ТРАКТОРА	
(В.В. МОРОЗОВ, В.А. МОРОЗОВ).....	126
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОСТАВОК ЛЕСОПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ОТРАСЛИ	
(О.В. НЕЧАЕВА, И.М. ЕНАЛЕЕВА-БАНДУРА).....	132
ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ	
(В.А. НЕШХЛЕБОВ, Н.В. ВЫВОДЦЕВ).....	136
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ	
(Н. Г ПАНОВ)	139
КЛИМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ТТ-4М НА БАЗЕ ДВУХРЕЖИМНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА	
(С.А. ПЕТРОВ, М.В НИКИФОРОВ, Ю.А ПАНОВ).....	143
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ВРЕМЕННЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ НА ХВОРОСТЯНОЙ ПОДУШКЕ	
(Д.И. ПОБОЙКИН, А.А. БЕССАРАБОВ, А.Н. БАРАНОВ).....	146
ОБ ОПЫТЕ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В КРАСНОЯРСКЕ	
(В.Ф. ПОЛЕТАЙКИН, Е.В. АВДЕЕВА)	149
АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	
(А. В. ПРЯНИЧНИКОВА, С. Н. ДОЛМАТОВ, В. Ю. ЗВЯГИНЦЕВ)	154

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЧЕТА ВЫБРОСОВ ФОРМАЛЬДЕГИДА В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ (В.А.РОМАНОВ, Б.Н.ПРУСС).....	158
МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОХОДИМОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН НА ОТТАИВАЮЩИХ ПОЧВОГРУНТАХ КРИОЛИТОЗОНЫ (С.Е. РУДОВ).....	162
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТКИ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ (Ю. А. САВИНОВА, С. Н. ДОЛМАТОВ).....	165
АМКОДОР-ОНЕГО ФЛАГМАН ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОГО ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ (Ю.А. САВИНОВА, Е.В. ПАЛКИН).....	169
ПРИМЕНЕНИЕ ТРАКТОРНЫХ ЛЕСНЫХ ПРИЦЕПОВ СОРТИМЕНТОВОЗОВ НА МАЛООБЪЕМНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ (Ю.А. САВИНОВА, Е.В. ПАЛКИН).....	173
О ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ЛИСТВЕННИЧНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ (А.Р СВИРИДОВА, Ю.А ШАШИЛО, В.П СТРИЖНЁВ)	177
ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ОПИЛКОБЕТОНОВ ПОСЛОЙНО АРМИРУЕМЫХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ (Н.В. СМЕРТИН, С.Н. ДОЛМАТОВ)	181
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПРИНЯТИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОЗАГОТОВОК (Н.В. СМЕРТИН, С.Н. ДОЛМАТОВ)	185
К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ НА БАЗЕ ТРАКТОРА ВТЗ-60ТК (А.В. СНЕГИРЕВА, И.В. КУХАР, С.Н. МАРТЫНОВСКАЯ).....	189
ПОДДЕРЖКА ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕКИ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ (А.П. СОКОЛОВ).....	193
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО – ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ МУКИ (Д.Ф. СУЛЕЙМАНОВА, М.А. ГАЗИЗОВ, И.Р. КАРИМОВ).....	197
АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИИ В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ (Е.Ю. ТАРАСЕНКО, А. Л. ДАВЫДОВА).....	200
МЕХАНИЗМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ДЛЯ ТРАНСМИССИИ ЛЕСНЫХ ГУСЕНЕЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ МАШИН (Д.В. УВАКИНА, Р.Ю. ДОБРЕЦОВ, С.А. ВОЙНАШ)	205
ФАНЕРНЫЕ ПАНЕЛИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОТ ФОРМАТНОЙ ОБРЕЗКИ (С. А. УТРЮМОВ).....	209
ВЛИЯНИЕ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ (И.С. ФЕДОРЧЕНКО, В.А. БАКАЧ, Д.А.БЕЛЯЕВ)	212
ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ – НАНОЦЕЛЛЮЛОЗА (С.А. ЧЕСАКОВА, А.А. БУРКИНА, И.М. ЕНАЛЕЕВА-БАНДУРА)	215
УТИЛИЗАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ (Д. З. ШАРОНОВА, Г. С. МИРОНОВ)	218
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ИЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННЫХ ЧАСТИЦ ЛИСТВЕННИЦЫ (Ю.А ШАШИЛО, А.Р СВИРИДОВА, В.П СТРИЖНЁВ)	221
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ (Д.Е. ШПАГИН, В.Н. КОРШУН).....	224
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ (В. А. ШУВАЛОВА, Е.Ф. ВАСИЛЬЕВА, Т. А. ИКОНОСТАСОВА, И.М. ЕНАЛЕЕВА – БАНДУРА).....	227
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА ИЗ ДРЕВЕСНО-КОРЬЕВОЙ СМЕСИ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ	

