

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УРАЛЬСКИЙ ЛЕСНОЙ ТЕХНОПАРК
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ И НАУКИ СВЕРДЛОВСКОЙ
ОБЛАСТИ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛЕСНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
(IUFRO)
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
АССОЦИАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ «ДРЕВМАШ»
АССОЦИАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ СЕКЦИИ НАУК О ЛЕСЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
УРАЛЬСКИЙ СОЮЗ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННИКОВ
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПЕРЕРАБОТКИ
ДРЕВЕСИНЫ
АССОЦИАЦИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ
УРАЛЬСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА**

ДЕРЕВООБРАБОТКА:

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА

**ТРУДЫ
IV МЕЖДУНАРОДНОГО
ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА**

УДК 674

Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды IV международного евразийского симпозиума / Под научной ред. В.Г. Новоселова – Екатеринбург, 2009. – 389 с.

ISBN 978-5-94984-261-4

В книгу трудов включены доклады IV международного евразийского симпозиума “Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века”, проходившего с 29 сентября по 2 октября 2009 года в городе Екатеринбурге.

В трудах рассмотрены актуальные вопросы теории и практики организации деревообрабатывающего производства; эффективности использования инновационных и информационных технологий в фундаментальных научных и прикладных исследованиях, образовательных и коммуникативных системах и средах; технологии подготовки круглых лесоматериалов и их переработки с получением пиломатериалов и их биологической защиты; деревянного домостроения и отделки изделий из древесины лакокрасочными материалами; теории резания древесины, расчета режимов резания древесины на станках, совершенствования и проектирования принципиально нового технологического деревообрабатывающего оборудования и режущего инструмента, повышения их точности и надежности; экологии и безопасности и др.

Оргкомитет благодарит за поддержку в организации и проведении международного симпозиума и издании настоящих трудов Правительство Свердловской области, Уральский государственный лесотехнический университет, Уральское отделение Секции науки о лесе Российской академии естественных наук, Ассоциацию инженерного образования России, Уральский союз лесопромышленников, Уральский научно-исследовательский институт переработки древесины, Международный союз исследовательских лесных организаций IUFRO, Международную академию наук экологии и безопасности жизнедеятельности, Белорусский государственный технологический университет, Ассоциацию организаций и предприятий деревообрабатывающего машиностроения «ДРЕВМАШ», Ассоциацию деревянного домостроения, Уральскую торгово-промышленную палату, ОАО КОСК «РОССИЯ».

Программный комитет:

Азаренок В.А., Гороховский А.Г., Жарский И.М., Залесов С.В., Киреев Н.Д., Мехренцев А.В., Русак О.Н., Старжинский В.Н., Васильев А.Н., Черных А.Г.

Организационный комитет:

Залесов С.В., проректор по научной работе, председатель, Тракало Ю.И., декан ФМТД, зам. председателя, Газеев М.В., зам. декана ФМТД, зам. председателя, Новоселов В.Г., отв. секретарь, Бирюков П.А., Герц Э.Ф., Глебов И.Т., Копнов В.А., Гороховский А.Г., Часовских В.П., Черемных Н.Н., Чернышев О.Н., Василенко Л.В., Юрьев Ю.Л.

Ответственный за выпуск сборника Новоселов В.Г.

Уважаемые коллеги!

Уральский федеральный округ является одним из крупнейших лесопромышленных регионов в России. Современное экономическое состояние лесопромышленного комплекса показало его неготовность к быстрым изменениям на рынке. Несмотря на это лесопромышленный комплекс Урала является одним из перспективных секторов экономики и относится к приоритетному направлению государственной политики. Особого внимания заслуживает проблема стимулирования развития малых и средних предприятий.

Уральский государственный лесотехнический университет (УГЛТУ) – крупный образовательный и научный центр лесного комплекса Урала, обладает мощным образовательным и научно-исследовательским потенциалом, с ним неразрывно связана история создания отечественной лесной науки, воспитания и формирования научных, педагогических и инженерных кадров. Инновационный подход в образовании и подготовка специалистов должна отвечать требованиям реального сектора экономики и стратегическим сотрудничеством университета с министерствами, ведомствами, предприятиями и учреждениями Свердловской области, что обеспечивает финансовую устойчивость и возможность трудоустройства выпускников. Сегодня основными направлениями инновационной деятельности ВУЗа стали исследования и внедрение модели интенсивного ведения лесного хозяйства, глубокой переработки древесины, использования отходов лесо- и деревопереработки, применения новых продуктов в деревянном домостроении, создание наноматериалов для систем очистки питьевой воды, промышленных и ливневых стоков, совершенствование строительства и эксплуатации автомобильных дорог и ряд других направлений. Ярким примером органического синтеза учебного, научного и производственного процессов стал Уральский лесной технопарк, который используется как полигон для формирования и апробации новейших технологий и дальнейшей реализации их на предприятиях Уральского региона.

В современных условиях Уральский государственный лесотехнический университет, является важнейшим «звеном», обеспечивающим научное, инновационное и кадровое сопровождение динамичного развития лесопромышленного комплекса региона, а II Евро-Азиатский лесопромышленный форум - это союз правительства области, представителей государства, бизнеса и науки, который поможет решить многие проблемы, назревшие в лесопромышленном комплексе.

Желаю участникам форума успехов и плодотворной работы.

*Ректор Уральского государственного лесотехнического университета,
профессор В.А. Азаренок*

Проблемы менеджмента и конкурентоспособности предприятий лесного комплекса в условиях современного кризиса

Безрукова Т.Л., Попова Л.А. (ВГЛТА, г. Воронеж, РФ)
bezrukova_t_l@mail.ru

АНТИКРИЗИСНЫЕ МЕРЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МЕБЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ МАРКЕТИНГОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ *ANTI-RECESSIONARY MEASURES OF COMPETITIVENESS INCREASING OF THE FURNITURE ENTERPRISES ON THE BASIS OF MARKETING TOOLS*

Каждое мебельное предприятие разрабатывает собственные сценарии противодействия кризису. Только 31% руководителей прибегли к такой кардинальной мере, как сокращение штатов сотрудников, 42% этого не делали. Однако еще около половины руководителей, пока не решившихся сокращать штат своих сотрудников, потенциально все же готовы пойти на этот шаг. При этом предполагается, что это позволит оптимизировать внутреннюю структуру предприятий в соответствии с новыми условиями рынка. Зато 65% пересмотрели выпускаемую ассортиментную линейку. При этом только 42% уменьшили отпускные цены на продукцию, а 27% – либо оставили их без изменения, либо увеличили (около 30% от тех, кто цены не уменьшил). Существенным является и то обстоятельство, что только 12% руководителей мебельных предприятий решили перейти в другую ценовую. В равной пропорции (65%) в качестве первоочередных мер противодействия кризису названы оптимизация внутренней структуры и более активное продвижение продукции в сети Интернет.¹

Интегрированные показатели оценки руководителями мебельных предприятий перспектив своей деятельности по противодействию кризисным явлениям в мировой и национальной экономике представлены на рисунке 1.

Как видно из приведенного рисунка, кризисные явления в экономике страны, а также в мировом экономическом пространстве, заставляют руководство мебельных предприятий обратить более пристальное внимание на процессы управления производством, на повышение его эффективности. При этом большинство мер по повышению конкурентоспособности мебельных предприятий носят маркетинговый характер. Например, наиболее популярной мерой, как видно из приведенного выше рисунка, является изменение ассортиментной политики, то есть части комплекса маркетинга – его товарной составляющей. Такой подход представляется особенно актуальным в свете того, что изменение ценовых предпочтений (переход в другую ценовую нишу), не представляется руководителям мебельных производств столь же актуальной мерой. Таким образом, можно констатировать, что в настоящее время система повышения конкурентоспособности предприятий мебельной отрасли носит не ценовой, но маркетин-

¹ Симонов, В. «Сухие» цифры кризиса / В. Симонов / Фабрика мебели. – 2009. – № 2. – С. 11.

говый характер, что можно считать свидетельством качественных, а не количественных преобразований.

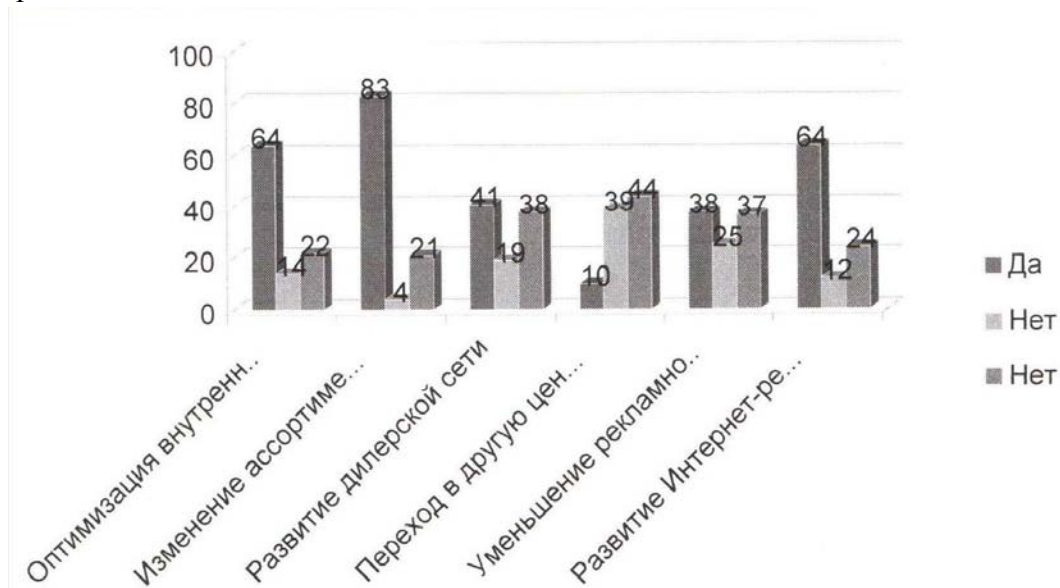


Рисунок 1 – Антикризисные меры, планируемые к реализации руководителями мебельных предприятий России

В настоящее время оценка конкурентоспособности товара выводится из соображения, что для покупателя в процессе сравнения товаров выигрывает тот, у которого отношение суммарных затрат на приобретение и использование товара к полезному эффекту, получаемому от данного товара, минимально по сравнению с другими аналогичными товарами, то есть полезный эффект рассчитывается как интегральный показатель качества товара, включающий в себя три группы показателей:

- основные характеристики товара (технические, конструктивные);
- регламентируемые (т.е. соответствующие стандартам);
- параметры и признаки, характеризующие эстетические свойства товара (дизайн, упаковка и т.д.).

Каждый показатель входит в интегральный показатель со своим весом, зависящим от его значимости для потребителя.²

Суммарные затраты на приобретение и использование товара включают: - цену изделия; расходы на транспортировку, установку, обучение персонала, эксплуатацию, ремонт, техобслуживание; налоги; страхование и так далее. Однако если рассматривать компоненты конкурентоспособности с позиций маркетинга, то на первый план выходит такой фактор, как позиция покупателя, который, при прочих равных условиях, в большинстве случаев выберет более дешевый товар.

На практике критерии, по которым потребитель оценивает и выбирает товар, включают в себя гораздо большее число показателей, чем цена и качество. Поэтому, с позиций маркетинга, при оценке конкурентоспособности товара необходимо учитывать не только требования потребителя к его цене и качеству, но и требования, относящиеся в основном к сфере заключения сделки и эксплуатации товара, такие как оперативность

² Павлова, Н. Н. Маркетинговый подход к оценке конкурентоспособности товара / Н. Н. Павлова // Маркетинг в России и за рубежом. – 2004 – № 1.

поставки, обеспеченность запчастями, организация сервиса, репутация страны-изготовителя и конкретного поставщика и т.д. Необходимо также учитывать степень известности марки и привязанности к ней потребителя. На разных рынках веса каждого из этих критериев могут быть разными, а потому оценку конкурентоспособности следует производить для каждого рынка отдельно.

Однако если в показателе конкурентоспособности учесть все критерии потребителей конкретного рынка, то он отразит лишь ожидаемую, а не реальную конкурентоспособность, ибо для успешной продажи товара необходимо, чтобы он появился на том рынке, на котором действительно нужен, в нужном количестве, в нужный момент времени, чтобы потребитель был подготовлен к появлению данного товара, а маркетинговая программа была бы лучше, чем у конкурентов. Все это зависит от эффективного выполнения маркетинговых функций: изучение рынка, управление разработкой и производством товара, управление сбытом и продвижением.

Таким образом, концепция маркетинга приводит к более широкому понятию реальной конкурентоспособности товара, которое зависит не только от соотношения «качество-цена» и, не только от соответствия критериям потребителей, но и от конкурентоспособности всей маркетинговой деятельности фирмы.

Таким образом, система управления конкурентоспособностью, отображенная на рисунке 2, приобретает маркетинговое направление.



Рисунок 2 – Маркетинговое управление конкурентоспособностью мебельного предприятия

В сложившихся на рынке мебельной продукции условиях, когда рынок характеризуют параметры, описанные выше, на первые роли выступают возможности нецено-

вой конкуренции с использованием маркетинговых инструментов. Различают два уровня управления маркетингом: стратегический и тактический.

Маркетинговая стратегия заключается в долгосрочном согласовании возможностей фирмы с ситуацией на рынке. Стратегия представляет собой план достижения целей компании, в котором отражаются все элементы маркетинга, финансовые ресурсы, производственные возможности. С учетом современной рыночной ситуации на рынке мебельной продукции, описанной выше, маркетинговые мероприятия на этом уровне управления должны быть ориентированы на совершенствование организационной структуры фирмы, сокращение управленческих издержек; модернизацию системы маркетинговой информации в соответствии с потребностями рынка; разработка и выведение на рынок нового товара, способного привлечь спрос к продукции компании даже в условиях кризиса; уход с рынков, где стало невозможным получение устойчивой прибыли.

Маркетинговая тактика ориентирована на конъюнктурные факторы формирования спроса на уже имеющиеся товары. Маркетинговые мероприятия на этом уровне управления: изучение рынков с целью формирования спроса и стимулирования сбыта; анализ товаров и управление их номенклатурой с целью максимального удовлетворения рыночных требований; прямые контакты с потребителями; увеличение и обучение персонала; активное участие в выставках и ярмарках; создание и повышение эффективности сервиса; управление ценами; рекламные мероприятия.

Таким образом, при реализации на практике стратегических целей компании посредством тактических маркетинговых мероприятий для предприятий-производителей мебели следует обращать особенное внимание на следующие параметры: тактический маркетинг имеет не только средства, но и особенные каналы реализации, таким образом, компании должны учитывать не только для кого, но и каким образом должны быть реализованы маркетинговые мероприятия.

Кризисные явления в экономике страны, а также в мировом экономическом пространстве, заставляют руководство мебельных предприятий обратить более пристальное внимание на процессы управления производством, на повышение его эффективности. При этом большинство мер по повышению конкурентоспособности мебельных предприятий носят маркетинговый характер. При этом отметим, что система повышения конкурентоспособности мебельных предприятий должна носить трехуровневый характер. Первый уровень – оперативный – связан с возможностями повышения общей конкурентоспособности предприятий за счет роста сравнительной конкурентоспособности продукции мебельного производства. Второй уровень – тактический – ориентирован на улучшение общего состояния мебельного производства за счет активной ориентации на результаты маркетинговой деятельности. Наконец, третий уровень – стратегический – направлен на формирование инвестиционной привлекательности мебельного предприятия за счет использования таких маркетинговых инструментов, как его имидж.

Библиографический список

1. Павлова, Н. Н. Маркетинговый подход к оценке конкурентоспособности товара / Н. Н. Павлова // Маркетинг в России и за рубежом. – 2004 – № 1. – С.12-15.
2. Симонов, В. «Сухие» цифры кризиса / В. Симонов // Фабрика мебели. – 2009. – № 2. – С. 10-11.

Безрукова Т.Л. (ВГЛТА, г. Воронеж, РФ) bezrukova_t_l@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КРИЗИСА *ENTERPRISE COMPETITIVENESS MANAGEMENT IN MODERN CRISIS CONDITIONS*

В современных условиях каждому предприятию особенно важно правильно оценить создавшуюся рыночную обстановку с тем, чтобы предложить эффективные средства конкурентной борьбы, которые, с одной стороны, отвечали бы сложившейся в России рыночной ситуации и тенденциям ее развития, а с другой, отражали возможности и ресурсы, вовлекаемые в производство. В связи с этим современные методы управления конкурентоспособностью предприятия позволяют обеспечить своевременность в принятии управленческих решений, направленных на повышение устойчивости предприятия к негативным воздействиям со стороны конкурентов и достижение целевых рыночных позиций при минимизации уровня предпринимательского риска. В связи с этим организационно-экономический механизм управления конкурентоспособностью предприятия включает в себя функциональные подсистемы управления качеством, конкурентоспособностью, производственными ресурсами и т.д. Блок-схема механизма управления конкурентоспособностью предприятия представлена как специфическая многофункциональная и многокомпонентная система, состоящая из комплекса взаимосвязанных блоков, то есть подсистем, подверженных влиянию внешних и внутренних факторов, образующих определенную целостность (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структурная схема механизма управления конкурентоспособностью предприятия в условиях современного кризиса

Данная схема направлена также на формирование конкурентных преимуществ предприятия. Она позволяет системно и целенаправленно вести поиск путей объединения всех подсистем организационно-экономического обеспечения корпоративного менеджмента с целью концентрации усилий и управляющего воздействия на факторы,

определяющие внутренний потенциал предприятия, способный обеспечить повышение его конкурентных возможностей.

Чтобы сегодня создать конкурентоспособную экономическую структуру, надо не просто модернизировать организацию и управление, но четко знать для чего это, делается, какая цель должна быть достигнута. Главное при этом – умение оперативно определить и эффективно использовать в конкурентной борьбе свои преимущества. Задача управления конкурентоспособностью предприятия также включается в достижение успеха в конкурентной борьбе, при этом она становится не только функцией торговли или производства, сколько функцией управления. Важной особенностью механизма управления является его нацеленность на конечные результаты. Эффективность конечных результатов выражается в росте производительности труда, объемов производства и продаже конкурентоспособной продукции, экономии производственных ресурсов, прибыльности.

На процесс формирования конкурентных преимуществ предприятия серьезное влияние оказывают факторы предпринимательской среды. По мере изменения показателей, характеризующих предпринимательскую среду, изменяются параметры, отражающие уровень конкурентоспособности предприятия. В рыночных условиях происходит усиление конкуренции, вследствие чего предприятия находятся в постоянном поиске новых (адекватных условиям конкуренции) институтов управления и методов повышения конкурентоспособности производства, выпускаемой продукции, самого предприятия. В экономическом механизме управления конкурентоспособностью предприятия объединены мониторинг и анализ его состояния, инструменты и рычаги для принятия управленческих решений, альтернативы и рекомендации по достижению конкурентных преимуществ, пути их реализации, методы оценки и контроля.

Главным элементом механизма является орган управления его структурой, функциями, методами управления, экономическими рычагами и другими методами воздействия на объект управления. Орган управления формирует и реализует хозяйственную стратегию, осуществляет производство и сбыт продукции, которые должны базироваться на повышении качества, конкурентоспособности продукции. Для коммерческого продвижения и сбыта продукции организационно-экономический механизм управления опирается на маркетинг, спрос и формирование ценовой политики предприятия, а также осуществлять планирование, стимулирование и регулирование производства, сбыта продукции и других видов деятельности. С помощью экономических рычагов и стимулов орган управления обеспечивает согласование общехозяйственных целей и критериев эффективности с локальными целями и критериями, стоящими перед агентами производства. Эффективное управление деятельностью предприятия также подразумевает реальную оценку своих позиций на рынке.

Следует подчеркнуть, что анализ конкурентоспособности предприятия имеет много общего с анализом его хозяйственной деятельности, так как при анализе конкурентоспособности невозможно обойтись без многих показателей, используемых при мониторинге производственной и сбытовой деятельности предприятия. Вместе с тем анализ конкурентоспособности имеет свои специфические черты и задачи. Во-первых, оценка конкурентоспособности, т.е. определение показателей конкурентоспособности предприятия является основой для организации всей производственно-хозяйственной деятельности в условиях рыночной экономики. Во-вторых, изучение конкурентоспособности должно вестись непрерывно и систематически, на стадиях жизненного цикла продукции. Такой подход позволяет своевременно принимать решения об оптимальных

изменениях товарного ассортимента, необходимости поиска новых рынков или новых рыночных ниш, расширении и создании новых производственных мощностей, разработке новых либо модернизации выпускаемых товаров. В-третьих, оценка уровня конкурентоспособности предприятия вызывает необходимость использовать целый ряд показателей, без анализа которых невозможно обойтись при общей оценке производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Эти показатели, прежде всего, свидетельствуют о степени устойчивости предприятия, способности выпускать продукцию, пользующуюся спросом у потребителей и обеспечивающую ему стабильную прибыль при производственно-хозяйственной деятельности.

На основании анализа конкурентоспособности предприятия в предложенном экономическом механизме происходит выделение ее конкурентных преимуществ, т.е. отличительных свойств, позволяющих реализовать целевую установку. Процесс принятия управленческого решения осуществляется на стадии контроля за состоянием параметров, обеспечивающих конкурентное преимущество с целью их регулирования. На этом этапе осуществляется мероприятия по доведению и совершенствованию избранных управленческих параметров.

Исследование проводилось на примере мебельных предприятий Воронежской области. Установлено, что анализируемые предприятия близки по уровню финансовой устойчивости, а наличие конкурентного преимущества определяется исходя из высоких рейтинговых оценок в сфере маркетинга и производства. Так, в числе параметров, наиболее существенно определяющих конкурентоспособность в сфере производства, можно выделить качество производимой продукции и уровень затрат на ее продвижение. Первый фактор лежит в сфере производства, второй в области маркетинга. Данное обстоятельство позволило сделать предположение о преобладающей роли этих областей в обеспечении конкурентоспособности. Согласно данному предположению конкурентные преимущества предприятия формируются в сфере производства и обращения. В связи с этим анализировались две области деятельности предприятий – производственная и финансовая, при этом использовался метод расстановки приоритетов (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительная оценка мебельных компаний

Параметр	Вес	ЗАО ПК «Ангстрем»		ОАО ХК «Мебель Черноземья»		ОАО «Графское»	
		балл	оценка	балл	оценка	балл	оценка
<i>Производственная деятельность</i>	0,31						
Затраты на ед. продукции	0,09	8	0,72	7	0,63	7	0,63
Фондоотдача	0,05	6	0,3	5	0,25	6	0,3
Рентабельность продукции	0,12	7	0,84	7	0,84	8	0,96
Производительность труда	0,05	5	0,25	7	0,35	5	0,25
<i>Финансовое положение пред-тия</i>	0,42						
Коэффициент автономии	0,15	6	0,9	8	1,2	7	1,05
Коэффициент тек. ликв-ти	0,15	5	0,75	7	1,05	6	0,9
Коэффициент обес-сти СОС	0,12	5	0,6	7	0,84	7	0,84
<i>Маркетинговая деятельность</i>	0,27						
Рентабельность продаж	0,15	8	1,2	7	1,05	8	1,2
Доля затрат на продв-ние в ВР	0,12	5	0,6	8	0,96	2	0,24
Рискованность деятельности	0,1						
Комплексный показатель	0,1	4	0,4	4	0,4	4	0,4
	1		5,96		7,17		6,37

В процессе исследований выявлены и проанализированы наиболее типичные представители мебельного производства, функционирующие на территории Воронежской области свыше 10 лет, в число которых вошли как представители крупного предпринимательства, так и средние и малые предприятия. Характерно, что независимо от масштабов деятельности финансовое состояние всех предприятий является близким – нестабильным при невысоком уровне рентабельности. В этих условиях сделал вывод о необходимости развития сферы обращения мебельной продукции и дифференциации конкурентных преимуществ, сформировавшихся в процессе деятельности предприятия для обеспечения его конкурентоспособности.

Исследование перечня препятствий на пути оптимального и желаемого темпа развития предприятий на примере мебельного производства представляет собой способ изучения качественных параметров деятельности предприятия через оценку субъективного восприятия «узких мест» развития предпринимательской деятельности. Методологической базой исследования выступает использование механизма методов экспертных оценок с допущением определенных вариаций комбинирования. Предлагается применение разработанного метода выявления конкурентных преимуществ предпринимательских структур на базе мультипликативного показателя с учетом рисков составляющей деятельности в двух плоскостях: оценка эффективности производственной деятельности и выявление внутренних проблем на пути достижения желаемого уровня конкурентоспособности предприятия; оценка организации и управления маркетингом, оказывающего непосредственное влияние на формирование конкурентных преимуществ.

Библиографический список

1. Безрукова Т.Л., Сапронов Е.И., Морковина С.С. Управление конкурентоспособностью предпринимательской организации (монография). М.: КноРус, 2008. – 163 с.
2. Фатхутдинов, Р. А. Стратегическая конкурентоспособность: Учебник. - М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2005. – 504 с.

Белозёров И.Л. (ДВГТУ, г. Владивосток, РФ),
Дорошенко В.А. (ОАО «Приморсклеспром», г. Владивосток, РФ),
Кибякова С.И. (ТОГУ, г. Хабаровск, РФ)

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРИМОРСКОГО КРАЯ CONDITIONS AND PROSPECTS OF PRIMORYE TIMBER INDUSTRY COMPLEX DEVELOPMENT

Россия занимает первое место в мире по запасам древесины, владея 23 % всех мировых запасов, площадь лесов составляет около 22 %. Преобладающая часть лесов (78 %) располагается в Азиатской части страны. Дальний Восток, относящийся к лесоизбыточным районам, занимает в стране первое место по площади лесов и второе – по запасам древесины, уступая лишь Восточной Сибири. Дальневосточный федеральный округ (ДФО) – крупнейший лесной регион России. Ресурсы лесного фонда, находящиеся

ся в ведении Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоза), составляют 45 % общего лесного фонда от общероссийских, 39 % площади земель, покрытых лесной растительностью, и 27 % запаса древесины страны [1, 2].

В лесном фонде ДФО по состоянию на 01.01.2003 г. площадь насаждений основных лесобразующих пород равна 223 млн. га, что составляет 44,9 % от общей его площади, 63 % площади лесных земель и 80,9 % площади покрытой лесной растительностью земель. Хвойные леса здесь занимают 86,2 % лесопокрытой площади. В Приморском крае хвойными породами занято 55,8 % от покрытых лесной растительностью земель, преобладающими породами являются ель и пихта, на долю которых приходится 26,1 % всех площадей [2].

Запасы древесины в регионе составляют более 20 млрд. м³, из которых 11,9 млрд. м³ приходится на спелые и перестойные насаждения. Приморский край, входящий в состав ДФО в числе 9 субъектов Российской Федерации, занимает четвертое место по ресурсам лесного фонда. Наибольшие запасы приходятся на Республику Саха (Якутия), которая владеет 43,4 % общего запаса древесины ДФО. Далее, в порядке убывания ресурсов (в %), идут: Хабаровский край (25,0); Амурская область (9,9); Приморский край (9,3); Камчатский край (5,9); Сахалинская область (3,1); Магаданская область (2,1); Еврейская АО (0,9); Чукотский АО (0,4). Это огромные лесные ресурсы, средние запасы спелых и переспелых насаждений составляют у хвойных 110, у твёрдолиственных 103 и мягколиственных 135 м³/га. По хвойным древесным породам в ДФО лидирует Приморский край (198 м³/га), для остальных субъектов РФ данного округа средние запасы варьируют от 94 м³/га (Республика Саха) до 142 м³/га (Хабаровский край вместе с Еврейской АО) [2].

В Приморье интенсивные промышленные рубки ведутся более 120 лет, но оно по-прежнему владеет существенными запасами сырья. По данным ДальНИИЛХ [2] покрытые лесной растительностью земли составляют здесь около 11,4 млн. га, то есть 68,6 % от всей территории края. По уровню лесистости край относится к многолесным районам, хотя отдельные части имеют разную степень лесистости, варьирующую от 6% на юге до 92 % на севере. Малолесными являются только Хорольский и Октябрьский районы, остальные относятся к лесным и многолесным территориям. Наибольшие площади лесов приходятся на Чугуевский, Ольгинский, Кавалеровский, Тернейский и Дальнегорский районы, в которых лесистость превышает 90 % территории [3]. Без ущерба для природы в приморской тайге ежегодно можно заготавливать 6...10 млн. м³ древесины.

За год приморский лес дает прирост от 1,3 до 1,5 м³/га. Наибольшие запасы древесины находятся в кедрово-широколиственных лесах, где они составляют более 200 м³/га. Флора Приморского края насчитывает около 250 видов деревьев и кустарников. По распространенности древесных пород можно отметить, что преобладает ель (22 %), далее в порядке убывания (в %) идут кедр (18,9), дуб (17,5), лиственница (10,8), береза белая (9,9), береза каменная (6,1), пихта (3,7), липа (3,6), ясень (2,7), осина (2,0), ильм (1,0), а на долю прочих пород приходится менее 1,3 %.

Лесопромышленный комплекс (ЛПК) России обеспечивает 1,2 % величины годового внутреннего валового продукта страны, 4 % величины ее годового объема выпуска промышленной продукции, более 4% величины годовой валютной выручки от экспорта. В 45 субъектах России региональный ЛПК обеспечивает от 10 до 50 %

величины общего годового объема выпуска промышленной продукции. Вместе с тем, использование лесосырьевых ресурсов в стране остается неудовлетворительным: доля России в мировом производстве деловой древесины составляет только 8,1 %, в то время как в развитых странах она гораздо выше, например, в США – 25,2 % (при запасах 7,9 %), а в Канаде – 12 % (при запасах 7,6 %).

Деревообрабатывающая промышленность в настоящее время все еще недостаточно конкурентоспособна на мировом рынке: величина ее стоимостной доли значительно меньше, чем величина физической доли в мировом годовом объеме экспорта названной продукции. Основу российского лесного экспорта составляют необработанные лесоматериалы, по глубине переработки древесины и ее рациональному использованию мы существенно отстаем от развитых стран.

Дальний Восток является ведущим районом экспорта российских лесоматериалов в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Близость Тихого океана обеспечивает выход на практически неограниченные рынки сбыта лесной продукции в страны АТР, на долю которых приходится более 30 % территории земного шара, 40 % его населения, 60 % валового внутреннего продукта и 50 % мирового экспорта. Преобладающая часть экспорта с российского Дальнего Востока приходится на круглые лесоматериалы, доля экспортных пиломатериалов незначительна и составляет около 10 % от общероссийского объема [4].

ЛПК Приморского края в настоящее время также ориентирован на поставку на экспорт необработанных лесоматериалов. Эта ситуация была спровоцирована внутренней политикой государства, простимулировавшего в 1990-е годы сырьевое развитие отрасли, банкротство бывших крупных предприятий такого профиля (Уссурийский ДОК, г. Лесозаводск, Приморский ДОК, г. Дальнереченск, и другие) и вырождение их в мелкие [3]. В начале XXI века в крае осталось около 40 деревообрабатывающих производств, различных по мощности и формам собственности, с общим потенциалом в 400...450 тыс. м³ продукции в год. Мощности примерно на 80 тыс. м³ принадлежали мелким производителям, занимающимся, в основном, лесозаготовками. Мелкие пользователи, взяв в аренду небольшие участки леса с объёмом лесозаготовок по 1...5 тыс. м³ древесины в год, устремились на внешний рынок с более дешевой продукцией. Только в Приморском крае в этот период появилось около 500 лесоэкспортеров. Проконтролировать их деятельность практически невозможно, поэтому самовольные рубки и хищения леса становятся обычным явлением в тайге. Непродуманная политика государства и отсутствие единого центра по координации экспортных операций позволило таким предприятиям самостоятельно выходить на зарубежных партнеров, что привело к демпингу цен на экспортную лесную продукцию.

Способствовали этому также и другие причины, главными из которых являлись: повышение тарифов на железнодорожные перевозки, наличие собственных незамерзающих портов и близость рынка стран АТР (о чём отмечалось выше), а также соотношение оптовых цен на продукцию экспортного и внутреннего потребления предопределило экспортоориентирование отрасли и практически полное отсутствие внутреннего рынка; повышение цен на энергоносители вынудило переработчиков древесины отказаться вначале от сушки пиленой продукции, а в дальнейшем и от ее производства, так как предприятия Дальнего Востока не выдержали конкуренции с заводами Сибири, имеющими дешевую электроэнергию, вырабатываемую на гидроэлектростанциях (по

этой же причине в Дальнереченске были закрыты предприятия, вырабатывающие древесноволокнистые и древесностружечные плиты, а в Лесозаводске предприятие по их ламинированию - ОАО «Ламмебель»).

Следует отметить, что в эти же годы в Приморье появились и новые предприятия с современным оборудованием, как правило, с участием зарубежных партнеров, гарантирующих сбыт готовой экспортной пилопродукции. В качестве примера можно назвать ЗАО «СТС «Текновуд»» ЗАО «ПТС «Хардвуд»», специализированные на выработку хвойного клееного бруса и мебельного клееного щита из твердолиственных пород.

Минэкономразвития России постоянно повышает таможенные пошлины на круглые лесоматериалы, отгружаемые на экспорт. За пять лет, к 2010 г., они должны вырасти с 4 до 50 евро за 1 м³ древесины. Таким образом, предприятия ЛПК Приморского края оказались в условиях узких возможностей потребительского рынка: ориентация на поставки в западные регионы страны в новых экономических условиях оказалась проигрышной, а за потребителя продукции глубокой переработки на внешнем рынке еще предстоит серьезная борьба с конкурентами из других стран, так как качество нашей продукции еще низкое.

В целом ситуация в деревообработке в Приморье в эти годы складывалась следующим образом: в 1985 г. было произведено 1495 тыс. м³ пиломатериалов, в 1990 г. - 1044 тыс. м³, в 1995 г. - 106 тыс. м³, в 2000 г. - 82 тыс. м³, в 2001 г. - 111 тыс. м³. Примерно так же обстояли дела и в объединении «Приморсклеспром»: в 1999 г. – около 40,6 тыс. м³, в 2000 г. – 26,93 тыс. м³ и в 2001 г. – 26,95 тыс. м³ в год. Кроме пиломатериалов в небольших объемах производилась и другая продукция (технологическая щепка, шпалы, строганный шпон, паркет, столярные изделия, ламинированные плиты, мебель и другая), но финансовое положение легальных производителей этой продукции оставалось плохим. Доля этих предприятий в налоговых отчислениях ЛПК края снизилась до 14 %.

Чтобы не поставлять за границу круглые лесоматериалы и перейти на углубленную переработку древесины, необходимо объединить усилия всех приморских лесозаготовителей древесины, чтобы можно было построить крупный рентабельный завод. Решение этого вопроса невозможно без участия государства. Краевой администрации, являющейся полным распорядителем приморских лесов, необходимо объединить лесозаготовки, тогда можно будет сконцентрировать и ресурсы для такого крупного производства. Проектами правительственной программы по развитию в стране ЛПК предусмотрено строительство фанерного завода в п. Пластун, Тернейского района, и завода МДФ в Чугуевском районе. Модифицированная плита – хороший конструкционный плитный материал, используемый мебельщиками и строительной индустрией, который легко пилится и фрезеруется, отвечает экологическим требованиям. А исходным сырьем для этих плит является низкотоварная древесина и дрова, то есть биологическая масса, которая теряется на лесосеках и часто служит причиной пожаров.

Введение повышенных таможенных пошлин на вывоз необработанных круглых лесоматериалов потребовало от предприятий перехода на углубленную переработку древесины, её комплексное использование. На примере объединения «Приморсклеспром» рассмотрим основные проекты по вводу новых мощностей по переработке древесины. Руководствуясь Лесным кодексом Российской Федерации и Постановлением

Правительства РФ от 30.06.2007 №419 «О приоритетных инвестиционных проектах в области освоения лесов», объединение планирует строительство лесопильных заводов в п. Светлая, Тернейского района, и в п. Ольга, Ольгинского района, а также завода по производству клееного бруса в с. Чугуевка, Чугуевского района.

Инвестиционные проекты разработаны по трем направлениям и предусматривают вложение инвестиций в заготовку леса, в лесопильное производство и в производство сухого клееного бруса. Сроки реализации проекта - 2008...2013 гг., выход на проектную мощность – 2011 г. Общая стоимость проекта – около 310 млн. руб. Проектная мощность в натуральном измерении: пиломатериалы сырые – 130 тыс. м³ в год; сухой клееный брус – 50 тыс. м³ в год. Потребность в сырье (круглые лесоматериалы) составит 360 тыс. м³ в год, в том числе за счет собственной заготовки («Филиал Светлая») - 300 тыс. м³ в год. Сбыт продукции - экспорт в страны АТР и на внутренний рынок. Финансирование проекта - собственные средства, а также заемные средства Российских и иностранных банков. Реализация данного проекта предусматривает сохранение существующих рабочих мест (свыше 600).

Срок окупаемости данного проекта: лесопильный завод в п. Светлая – 6 лет, лесопильный завод в п. Ольга – 4,8 года, а завода по производству клееного бруса в с. Чугуевка – 4,7 года. Предполагаемая рентабельность выпускаемой продукции – 7,53 %. Расчётный период реализации проекта – до четырех лет. Если на имеющихся в настоящее время мощностях по лесопилению возможно распилить 27 тыс. м³ в год пиловочника твердолиственных пород (дуб, ясень) и 115 тыс. м³ хвойного пиловочника, то с введением новых мощностей в Дальнереченске, Ольге и Светлой объём распиловки возрастет на 147 тыс. м³ в год по сырью.

Ориентирование ЛПК Приморского края на экспорт необработанных лесоматериалов не стимулирует рациональное использование заготавливаемой древесины, не позволяет комплексно использовать возникающие на различных стадиях технологического процесса отходы, составляющие до 50 % от биомассы заготавливаемой древесины. С лесосек вывозится, главным образом, только качественная, крупномерная древесина, а тонкомер, некондиционное сырье и прочие отходы остаются на лесосеках, что еще более ухудшает и без того неблагоприятную с точки зрения экологии ситуацию в регионах. Важной стороной сохранения лесных богатств является организация комплексной переработки древесины и древесных отходов [5]. При таком подходе к заготавливаемой древесине реализуются малоотходные (а в перспективе и безотходные) технологии, позволяющие снизить объемы лесозаготовок, сохранив лес, как национальное богатство нашей страны, для будущих поколений.

Библиографический список

1. Ковалев А.П. Эколого-лесоводственные основы рубок в лесах Дальнего Востока. – Хабаровск: ФГУ «ДальНИИЛХ», 2004. – 270 с.
2. Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы его использования / Коллектив авторов / Под редакцией А.П. Ковалева. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2009. – 470 с.
3. Кудинов В.А. ОАО «Приморсклеспром», 75 лет. – Владивосток: Изд-во «Дальпресс», 2007. – 216 с.

4. Повышение эффективности экспортного лесопиления в условиях Дальнего Востока: монография / С.И. Кибякова, И.Л. Белозёров. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 222 с.

5. Комплексная переработка древесины: учеб. пособие / И.Л. Белозеров, С.И. Кибякова, А.П. Кибяков. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2008. – 266 с.

Вырко Н.П. (БГТУ, г. Минск, РБ) dosy@bstu.unibel.by

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОСВОЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

PROBLEMS OF TRANSPORT DEVELOPMENT OF FOREST RANGES IN THE CONDITIONS OF INTENSIVE FOREST MANAGEMENT

Современное лесное хозяйство Беларуси представляет собой динамично развивающуюся отрасль реального сектора экономики, которая решает важные государственные задачи в области охраны, защиты, восстановления лесов, рационального использования как древесных, так и побочных лесных ресурсов, обеспечивает экономическую и экологическую безопасность страны.

В настоящее время в Республике Беларусь земли лесного фонда занимают около 9 млн. га (38 % территории страны), а общий запас древесины на корню составляет 1,4 млрд. м³ с ежегодным средним приростом древесины 25...27 млн.м³, а объем заготовок по всем видам пользования- 15 млн. м³ [1]. По подсчетам ученых белорусские леса поглощают от 30,7 до 36,8 млн. т углекислоты и генерируют 22,5...26,6 млн. т кислорода. Большое внимание уделяется древесным ресурсам, как топливу. Планируется, что в 2010 г. котельным организациям республики будет поставлено 4,7 млн. м³ топливной щепы.

Поэтому для обеспечения устойчивого функционирования лесного комплекса Беларуси, выполнения различных видов лесозаготовительных, лесохозяйственных, рекреационных и природоохранных работ необходима развитая сеть автомобильных дорог. Вот почему с позиции транспорта леса сеть автомобильных дорог республики необходимо рассмотреть в комплексе, независимо от того, в чьей собственности (республики, области, лесхоза) находятся дороги. Протяженность автомобильных дорог, по которым производится вывозка леса в лесохозяйственных объединениях представлена в таблице.

Данные таблицы свидетельствуют о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог, используемых в транспортных целях работниками лесного хозяйства. Малый удельный вес (15,4 %) дорог круглогодичного действия сдерживает ритмичность лесопользования, а преобладание грунтовых дорог (более 90 %) не способствует эффективной работе автомобильного транспорта, так как их состояние в значительной степени связано с погодно-климатическими условиями.

Таблица

Лесохозяйственные объединения	Существующая сеть автомобильных дорог, км						Лесные, площадь, км	Плотность дорожной сети, км/100га	
	Общего пользования	Лесные и лесовозные	Грунтовые		Общая протяженность			Общая	Круглогодочного действия
			Всего	Круглогодочного действия	Всего	Круглогодочного действия			
Брестские	734	175	7838	1216	8747	2125	876	0,998	0,242
Витебские	1427	325	13651	1021	15403	2773	1141	1,350	0,243
Гомельские	2111	213	31034	1959	33358	4283	1668	2,000	0,257
Гродненские	966	149	12179	1153	13294	2268	768	1,731	0,296
Минские	1242	489	20523	1605	22254	3336	1351	1,642	0,247
Могилевские	1378	111	18752	1125	20241	2614	991	2,042	0,246
Всего	7858	1462	103977	8079	113237	17399	6795	1,667	0,256

Густота дорожной сети для транспортного освоения лесных территорий по данным Белгипролес должна составлять 0,432 км на 100 га общей покрытой лесом площади. в настоящее время она составляет 0,2 км на 100 га. Для достижения густоты транспортной сети 0,432 км на 100 га необходимо построить около 11,8 тыс. км магистральных и 11,2 тыс. км технологических путей. [1, 2].

В связи с этим в настоящее время идет процесс совершенствования организации не только лесного хозяйства, но и всего лесного комплекса страны. Основная цель которого – повышение экономической эффективности использования и воспроизводства лесных ресурсов, более рационального использования всей биомассы древесины. Учитывая изложенное, в лесной отрасли определены три приоритетных направления в области взаимодействия науки и производства. [3].

Первое направление включает непосредственную инновационную деятельность, второе – связано с прикладными научными исследованиями и разработками, третье – подготовка кадров, т.е. взаимодействие науки и образования.

Для решения данных вопросов необходимо решить различные организационно-экономические проблемы, о которых будет сказано ниже. В частности, в лесном хозяйстве, восстанавливается научно-обоснованный производственный цикл, в соответствии с которым лесохозяйственное производство завершается не выращиванием спелого леса на корню, а заготовкой, транспортировкой и реализацией круглых лесоматериалов.

В связи с этим, Министерством лесного хозяйства реализуется 5 Государственных программ. [4].

– Программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2007-2011 годы (утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29.12.2006 № 1760);

– Государственная программа развития охотничьего хозяйства Республики Беларусь на 2006-2015 годы (утверждена Указом Президента Республики Беларусь от 08.12.2005 № 580);

– Республиканская программа рационального и комплексного использования древесных ресурсов на 2002–2010 годы (одобрена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11.10.2002 № 1410);

– Программа транспортного освоения лесного фонда и строительства лесохозяйственных дорог в лесах Республики Беларусь на период до 2010 года (утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11.09.2006 № 11172);

– Государственная научно-техническая программа «Разработка и внедрение в производство новых методов, машин и технологий многоцелевого лесопользования и устойчивого управления лесами, обеспечивающих их охрану, защиту и воспроизводство, повышение эффективности работы лесного комплекса республики, улучшение переработки древесины, увеличение поступлений в бюджет от реализации лесопродукции».

В соответствии с Программой транспортного освоения и строительства лесохозяйственных дорог в лесах Минлесхоза на период до 2010 года, разработанной УП «Белгипролес» должно ежегодно строиться 100-120 км автомобильных лесных дорог.

Для строительства автомобильных лесных (лесохозяйственных) дорог распоряжением Совета Министров Республики Беларусь на эти цели Министерству лесного хозяйства ежегодно выделяется 10 млрд. рублей (5 млрд. рублей – республиканский бюджет, 3 млрд. рублей – республиканский дорожный фонд, 2 млрд. рублей – республиканский фонд охраны природы). Однако, как показывают расчеты на ежегодное строительство дорог, чтобы достичь оптимальной транспортной сети необходимо 11,1 млрд. рублей. Недостающий 1,1 млрд. рублей планируется покрывать собственными средствами Минлесхоза. Для реализации данных планов в структуре лесохозяйственных предприятий создан отдел «Дорожно-строительное производство». Однако для осуществления и дальнейшего развития дорожного строительства лесных дорог необходимо решить ряд проблем:

1. Разработка нормативного обеспечения проектирования, строительства и эксплуатации лесных дорог. В связи с этим, необходимо уточнить классификацию лесных дорог, увязав ее с перспективными технологиями лесопользования, а также тенденциями развития автомобильных дорог общего пользования.

Разработка СТБ должна охватывать материалы для [5] дорожного строительства, технологические решения, организацию движения и некоторые другие аспекты конструктивного и материаловедческого характера.

Для нормирования и эксплуатации лесных дорог необходимо разработать технологические карты и соответствующие технические указания.

2. Установить объемы строительства лесных дорог в системе Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. С этой целью провести мониторинги лесных дорог.

3. Провести оценку технического состояния существующих лесных дорог. Эта проблема связана с тем, что в настоящее время нет критериев, даже и названия, по которым можно было бы дать такую оценку. Следовательно, необходимо разработать и дать научное обоснование предполагаемым критериям.

На основе проведенного мониторинга установить первоочередность и сроки строительства лесных дорог. Все это позволит более рационально использовать инвестиции.

4. Разработать дорожные (типовые) конструкции для различных типов местности по характеру и степени увлажнения с использованием современных дорожно-строительных материалов и технологий.

5. При выполнении лесозаготовительных и лесохозяйственных работ необходимо учитывать, что для этих целей могут использоваться только дороги местного значения, республиканские автомобильные дороги общего пользования в этом случае могут рассматриваться и использоваться как транзитные пути сообщения, для которых установлены соответствующие правила движения и требования к предельным значениям габаритов и осевых нагрузок подвижного состава.

6. Одновременно с решением вопросов густоты и протяженности лесных дорог требуется проводить работы по обоснованию конструкции дорожного покрытия, способов борьбы с образованием колеи и повышением несущей способности грунтовых дорог.

7. Используемые для вывозки транспортные средства, как правило, должны соответствовать прочностным свойствам автомобильных дорог не только лесных, но и дорог общего пользования, так как вес груженых лесовозных поездов и сверхнормативные осевые нагрузки приводят к разрушению дорог и наносят значительный ущерб дорожному хозяйству.

8. Научные исследования по проблемам лесных дорог и лесовозного транспорта должны быть сконцентрированы на поиске новых технических решений по повышению несущей способности дорог с минимальными дорожно-строительными затратами и оптимизации системы автомобиль – дорога – время года.

Таким образом, лесные дороги представляют собой сложную транспортно-коммуникационную систему, играющую важную роль в выполнении работниками лесного комплекса различных функций по охране, использованию и восстановлению природных ресурсов. Работа лесного транспорта должна быть увязана с закономерностями лесопользования, наличием и техническим состоянием дорог.

При проектировании и строительстве лесных дорог необходимо учитывать, что они являются составной частью дорожной инфраструктуры и в определенное время могут войти в систему автомобильных дорог общего пользования. Их развитие должно быть увязано с основными положениями государственной программы «Дороги Беларуси» на 2006-2015 гг. В рамках этой программы целесообразно определить конкретные качественные и количественные показатели развития дорог.

Библиографический список

1. Вырко Н.П. Сухопутный транспорт леса. – Мн.: БГТУ, 2003. – 438 с.
2. Вырко Н.П. Где-то густо, а у нас пусто // Лесная промышленность Беларуси. – 2004. – № 1. – С. 26-28.
3. Новицкая Р.Е. Объединяющая сила леса / Р.Е. Новицкая // Лесное и охотничье хозяйство. – 2008. – № 9. – С. 2-3.
4. Новицкая Р.Е. Государственный подход / Р.Е. Новицкая // Лесное и охотничье хозяйство. – 2008.- № 10. – С. 2-5.
5. Леонович И.И. Лесным дорогам надежную нормативную базу /И.И. Леонович, Н.П. Вырко, М.Т. Насковец, И.И. Тумашик // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Мн.: БГТУ, 2008. – Вып. XVI. – С. 7-9.

Горбунова Г.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

РЕЗЕРВЫ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КРИЗИСА
THE DEVELOPMENT RESERVES OF FOREST ENTERPRISES IN CASE OF MODERN CRISIS

Любое предприятие в условиях экономического кризиса испытывает трудности, которые связаны с отсутствием свободных денежных средств, несвоевременностью поставок и расчетов. Не становится исключением и сфера лесного комплекса. Можно даже утверждать, что некоторые предприятия ЛПК находятся в более тяжелых условиях, чем другие. Это связано со спецификой выпускаемой продукции, высокой стоимостью и некоторой сезонностью работ в данной сфере. Если предприниматели - владельцы, занимающиеся например, производством или продажей продуктов питания, одежды точно знают, что их продукция будет востребована потребителем, так как нельзя прожить без удовлетворения необходимых потребностей в еде, одежде и т.д., то предприятия ЛПК ощущают некоторую растерянность. Например, продукция таких направлений ЛПК как домостроение, деревообработка в малоэтажном домостроении не относится к товарам и услугам первого, необходимого уровня назначения, а значит, в условиях кризиса могут практически не заинтересовать потребителя.

Данная экономическая ситуация в малом и среднем бизнесе с одной стороны является негативной для развития предприятий, но с другой стороны «фильтрует» рынок и подталкивает руководителей искать новые пути развития в менеджменте организаций и в повышении конкурентоспособности за счет инновационных технологий и наиболее полного удовлетворения изменяющихся требований заказчика. Одной из подобных технологий сферы домостроения являются дома из клееного бруса. Необходимо привести некоторые характеристики данного материала.

Клееный профилированный брус производится не из цельного бревна, а из высушенных и склеенных между собой досок. Такая технология обеспечивает клееному брусу следующие преимущества:

- высокая прочность и сейсмостойкость
- малая относительная объемная масса
- высокая коррозионная стойкость
- высокая огнестойкость (в 4-5 раз выше, чем у металлоконструкций)
- низкая теплопроводность
- отсутствие усадки и растрескивания
- экологичность.

Возможность применения бруса различных сечений и деревянных перекрытий позволяет реализовывать проекты любой сложности. Сравнительная характеристика материалов, используемых в строительстве, представлена в таблице.

Другим способом выхода из кризисной ситуации может стать применение принципов менеджмента качества, таких как «Непрерывные улучшения», «Ориентация на потребителя», «Взаимовыгодные отношения с поставщиками». Демонстрация последнего принципа возможна когда предприятия ЛПК будут выходить на прямой контакт с учебными заведениями данной сферы. Подобное сотрудничество даст возможность

трудоустройства для студентов, само предприятие получит положительный имидж организации с точки зрения социальных аспектов жизни.

Таблица – Характеристика материалов для домостроения

	Дом из клееного бруса	
	Конкурентные преимущества дома из клееного бруса	Угрозы со стороны товара-заменителя
Кирпич	Низкая теплоемкость – возможность сезонной эксплуатации; Долговечность – устойчивость к «заморозке-размораживанию»; Простота и скорость строительства; Экологичность деревянного дома.	Низкая информированность о технологиях деревянного домостроения.
Пенобетон	Долговечность – устойчивость к «заморозке-размораживанию»; Простота и скорость строительства; Экологичность деревянного дома.	Низкая информированность о технологиях деревянного домостроения.
Массивный брус и оцилиндрованное бревно	Устойчивость к короблению, отсутствие эффекта «осадки»; Простота и сроки строительства и отделки.	Низкая стоимость.
Каркасный дом	Долговечность; Прочность; Возможность строить большие дома	Низкая стоимость.
Дерево	Небольшой вес ($600-900\text{кг/м}^3$), позволяющий обходиться устройством легкого фундамента (следовательно, более дешевого). Экологичность, низкий естественный радиационный фон. Возможность оставить внутреннюю поверхность стен без дополнительной отделки (например, строганый брус, оцилиндрованное бревно, каркасные стены, обшитые вагонкой: в любом случае можно ограничиться покраской лаком и шлифовкой).	Пожароопасность. Подверженность атмосферным воздействиям (выкрашивание). Подверженность биологическим факторам (синева, гниль). Усушка древесины, требующая принятия конструктивных мероприятий.

Принято считать, что огромный потенциал, ресурс возможностей для развития предприятия кроется в головах сотрудников. В нашем случае, потенциал – это студенты специальностей лесопромышленного комплекса. Организации имеют шанс первыми опробовать научные разработки, проекты, инновационные методики, а учебные заведения вместе со студентами получают возможность приобретения практического опыта.

Кроме активного социального сотрудничества необходимо использовать маркетинговые и рекламные технологии. Например, продвижение собственной продукции нужно осуществлять на всех направлениях. Глубокие маркетинговые исследования позволят разработать новые продукты для отдельных предприятий ЛПК на основе изменяющихся требований заказчика. В свете актуализации темы собственных приусадеб-

ных участках могут появиться заказы на новые услуги: садовые домики, беседки и т.д. эконом-класса.

Разработка собственных сайтов, с функцией «on-line»- общение с клиентом, установят длительную устойчивую связь с заказчиками предприятий ЛПК, что позволит в короткие сроки реагировать на возможные изменения со стороны клиентов, а также своевременно оповещать о новинках продукции и услуг.

У предприятий ЛПК есть возможность выиграть в конкурентной борьбе за счет того, что применение древесины всегда ценилось, а в последнее время клиенты все больше ориентируются на экологичность, безопасность материалов, и продукция из дерева гарантирует это.

ЛПК в настоящее время, несомненно, нуждается в государственной поддержке, субсидиях, кредитах, но в то же время руководителям необходимо осознавать, что упомянутая помощь с большим успехом будет предоставлена предприятиям не на «латание дыр», а на внедрение инновационных продуктов, технологий, уникальных услуг в данной сфере. Подобные резервы может предоставить сотрудничество ЛПК, государства и учебных заведений.

Библиографический список

1. Стандарт EN ISO 9001:2008 Системы менеджмента качества – требования.
2. Управление качеством. Сказки, мифы и проза жизни. В. Елиферов // Вершина – Москва, 2006.

Джанунц Ю.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) yurarezh@mail.ru

ИНТЕРАКТИВНАЯ КАРТА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

INTERACTIVE MAP OF INVESTMENT PROJECTS IN TIMBER INDUSTRY IN SVERDLOVSK'S REGION

XXI век – это век, когда для бизнеса стираются границы, что открывает большие возможности, а так же предъявляет жесткие требования. Условия современной экономической ситуации, которые характеризуются увеличением мобильности капитала. Увеличение конкуренции за средства инвесторов в условиях ограниченности инвестиционных проектов, выдвигает на первый план проблему привлечения инвестиций субъектами лесного хозяйства в области.

Сегодня трудно представить успешное привлечение инвестирования в бизнес и дальнейшее его развитие без опоры на информационные технологии (далее ИТ). У ИТ индустрии существует множество решений. Одним из них являются сервисы, основанные на интерактивности и динамическом обновлении информации. Одним из таких является Интерактивная карта (далее просто Сервис).

Сервис может выступать основой для построения стратегических задач развития лесопромышленного комплекса (далее ЛПК) Свердловской области. Современные ре-

шения ИТ индустрии позволяют не только учитывать первоочередные факторы (наличие запасов лесных ресурсов, обеспеченность трудовыми ресурсами, наличие уже существующих в области лесопильно-деревообрабатывающих предприятий и т.д.), но и на основе этих данных анализировать о целесообразности размещения того или иного объекта ЛПК. Это поможет инвесторам принимать ключевые решения, получать своевременную информацию и оперативно осуществлять сделки.

Главными участниками пользования Сервиса могут быть Правительственные структуры, в частности Министерство промышленности и науки Свердловской области, инвесторы и собственники предприятий/проектов.

Государственные структуры, взаимодействуя с администрацией муниципальных образований, могут размещать в Сервисе подготовленные площадки, непосредственно предназначенные для строительства на них промышленных объектов. Так же привлекательность для Правительства области заключается в том, что можно размещать уже успешно реализованные за прошлые периоды проекты. Что в свою очередь будет располагать инвесторов к области. Хронологическое представление введенных в эксплуатацию проектов может наглядно показать динамику развития и модернизацию предприятий в ЛПК.

Для организаций инициаторов или продавцов проектов и промышленных объектов данный Сервис позволяет найти инвестора как внутри региона или страны, так и за пределами России. Сервис позволяет показать экономическую оценку инвестиционной привлекательности путем предоставления информации об объекте.

На данный момент в Свердловской области отсутствует такой сервис.

Задача ставилась разработать Сервис таким образом, чтобы он был доступен широкому кругу зрителей. Учитывая масштабную распространенность сети Интернет, целесообразно было создать его в виде Web-страницы. Такое решение позволяет иметь круглосуточный доступ к предоставляемой информации из любой точки Земного шара. Но так как в первую очередь Сервис предназначен для российских пользователей Интернет, необходимо было учитывать качество и скорость Интернет соединения. Технически страница реализована с помощью HTML кода. Разработка Сервиса на его основе делает техническую составляющую бесплатной.

За основу берется растровое изображение карты Свердловской области с административно-территориальным делением и нанесенными названиями муниципальных образований, населенных пунктов, которые в свою очередь являются ключевыми ссылками для последующего перехода на страницу с обзором краткой характеристики объекта или проекта, который находится или должен разместиться в данном населенном пункте. Характеристика включает в себя ключевые моменты проекта/объекта (наименование проекта, параметры проекта, наличие инфраструктуры и т.д.). Так же она может сопровождаться графической информацией, такой как графики, чертежи или фотографии. Акцент делается на информативность и наглядность.

За информационную базу Сервиса были приняты материалы отчетов предприятий об инвестиционных проектах, ходе их реализации, а так же аналитический обзор объектов введенных в эксплуатацию за период 2006-2008 г.г. В дальнейшем, при развитии Сервиса, информацию целенаправленно может предоставлять любой собственник, заинтересованный в продвижении своего проекта или продаже промышленного объекта.

Такие Сервисы активно используются как в нашей стране, так и за её пределами. В основном преобладают коммерческие Сервисы, акцент в которых ставится на показе инвестиционных площадок. Например: www.invest-buryatia.ru, www.investanapa.ru (раздел интерактивная карта).

Подводя итоги, я бы хотел завершить статью выражением - «Владеешь информацией, владеешь миром». Это выражение как никогда актуально сегодня и, наверное, надолго останется основой мировоззрения современного участника экономических отношений.

Зотов Ф.П. (ИКЖ УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) fzotov@inbox.ru

ДОСТИЖЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ЦЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОНЦЕПЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

ACHIEVEMENT OF THE PLANT STRATEGICAL GOAL BY MEANS OF MODERN METHODS OF INDUSTRIAL MANAGEMENT

Свидетельством конкурентоспособности промышленного предприятия на рынке является его способность продуктивно продавать произведенную продукцию. Обозначенная способность есть ни что, как стратегическая цель предприятия в краткосрочном аспекте. Чтобы ответить на вопрос, насколько далеко предприятие находится от цели, его основную деятельность измеряют показателями.

Придерживаясь управленческой концепции [1] введем три показателя, такие как:

1. Выработка (деньги, которые предприятие генерирует посредством продаж произведенной продукции);
2. Запасы (деньги, которые предприятие аккумулирует в приобретение предметов производства);
3. Операционные расходы (деньги, которые предприятие расходует, чтобы превратить запасы в выработку).

Заметим, что все 3 показателя взаимосвязано отслеживают движение всех денег, проходящих по счетам и свидетельствующих о “признаках жизни предприятия”. По показателю 1 отслеживаются прибыли, а по показателям 2 и 3 – инвестиции.

Очевидно, что сокращение массы и периода нахождения инвестиционных денег на предприятии ведет к прибылям, а обратная тенденция - к банкротству. Еще более очевидно, что увеличение прибыльных денег ведет к развитию предприятия.

Установлено, что российское промышленное предприятие, исповедующее привычную (традиционную) организацию производства, движется к своей стратегической цели крайне неэффективно, т.е. крайне медленно “перемещает обозначенные деньги”. Доказательством этого суждения являются решения, которые принимают промышленные управленцы в современных кризисных условиях. Они грозятся остановить производство, выпрашивая “новые” инвестиционные деньги от правительства, банков и пр. Стратегическую цель такого предприятия правильнее характеризовать не как “зарабатывание денег”, а как “выживание”. Достижение стратегической цели оборачивается

преодолением “клубка” управленческих проблем внутри и во вне предприятия. Они возникают вследствие неэффективной организации производства. Статистика свидетельствует, что 90% всех производственных проблем, с которыми сталкиваются промышленные организации, являются следствием ошибочных управленческих решений.

Быстроформирующаяся конкурентная среда практически не оставляет шансов на выживание предприятию, исповедующему привычную организацию производства. Рано или поздно она вынудит управленцев либо заменить эту практику, т.е. реформировать управление, либо распродать бизнес.

На рисунке с помощью графа связей идентифицированы и исследованы логические причинно-следственные связи и действия, присущие привычной производственной практике. Действия представлены либо проблемой, либо решением, инициирующим эту проблему. Определены влияние и роль каждого действия во взаимосвязи с другими производственными действиями (по числу исходящих и входящих стрелок).



Рисунок – Граф взаимосвязей решений и проблем в традиционном производственном управлении

Исследовав каждое управленческое действие на конкретном предприятии, можно определить масштаб проблем, определить насколько далеко находится предприятие от стратегической цели и предложить пути движения к цели.

Современный уровень производственного менеджмента накопил достаточно методов и средств для замены привычной практики. Выбрать лучшую концепцию не просто, так организация производства на промышленном предприятии является механизмом, который нуждается в тонкой настройке. Существует естественный страх выбора “что менять?”, “на что менять?” и “как менять?”. Из множества накопленных концепций, способствующих неуклонному достижению стратегической цели предприятия, исследователи называют следующие [3]:

1. Функционально-стоимостный анализ (VSM) +ТРИЗ;
2. Производственная система Тойоты (TPS);
3. Кайдзен + бережливое производство + 6 сигма;
4. Тотальная оптимизация производства (ТОР);
5. Теория ограничений (TOS);
6. Параллельная инженерная разработка.

Безусловно, лучшей концепцией будет та, которую легче, быстрее и безопаснее адаптировать для “зарабатывания денег”. Охарактеризуем одну из 6-ти перечисленных концепций, а именно – производственную систему Тойоты - Toyota Production System (TPS). По оценке многих исследователей, в частности Института комплексных стратегических исследований (ИКСИ) [2] именно эта концепция имеет чисто производственное происхождение. Она удачно адаптируется как для производственной деятельности, так и для прочей деятельности, несвязанной с производством. Широко известными практическими примерами этой концепции являются бизнес-система ALCOA -Alcoa Business System (ABS) и производственная система CANON - Canon Production System (CPS), заменившие традиционное управление этих компаний в конце 90-х годов XX века. В первом десятилетии XXI века на РУСАЛе создали производственную систему РУСАЛ, на мебельном предприятии МОНБЕЛЬЕР (г. Челябинск) - производственную систему МОНБЕЛЬЕР и пр. Интересен опыт реформирования производственного управления на автомобильном заводе УРАЛАЗ (г.Миасс) [4]. В стратегии этого предприятия на период с 2007 по 2020 годы запланированы поэтапные мероприятия “что менять?”, которые включают в себя “смену мышления”, “смену методов управления”, “изменение процессов”, “изменение производственной культуры” и пр. Отметим, что УРАЛАЗ достиг своей стратегической цели в краткосрочном аспекте и движется к цели в долгосрочном направлении – к «созданию предприятия мирового класса».

Перечисленные управленческие практики изменили привычную парадигму в организации производства. В частности они “сняли слой привычек”, накопленных на предприятиях за десятилетия; устранили «замыливание взгляда» тем, кто работает внутри производства и свыкся с существующей практикой; сформировали новое мышление менеджеров и т.д.

В итоге, эти новые управленческие практики позволяют предприятиям демонстрировать свое главное конкурентное преимущество - способность “увеличивать прибыль”, привлекая крайне малые инвестиции.

Библиографический список

1. Голдрат Э.М., Кокс Дж. Цель: процесс непрерывного совершенствования ; пер.с англ. П.А.Самсонов.- Мн.: ”Попурри”, 2007. – 496 с.
2. Кононова В.Ю. Модернизация производственных систем на российских предприятиях: современное состояние и перспективы // Российский журнал менеджмента.- 2006.- Т. 4, № 4. С.119-132.
3. Щепетов Е.Г. Мировые практики качественного изменения производства: использование внутреннего потенциала // <http://www.leanforum.ru/go/obj0144541208>.
4. Корман В.Х. Опыт развития “бережливого производства” в подразделениях машиностроительного предприятия // <http://www.leanforum.ru/go/obj0144541208>.

Ледницкий А.В. (БГТУ, г. Минск, РБ) ledniz@inbox.ru

**РАЗВИТИЕ ЛЕСНОЙ БИОЭНЕРГЕТИКИ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**
*DEVELOPMENT OF WOOD BIO-ENERGETICS
IN THE REPUBLIC OF BELARUS*

Истощение мировых запасов и повышение стоимости ископаемых топливно-энергетических ресурсов, возрастающие экологические требования к выбросам в окружающую среду от сжигания топлива, развитие торговли квотами на выбросы – все это послужило толчком для развития лесной биоэнергетики, в том числе и для увеличения производства и использования древесного топлива в энергетических целях.

Республика Беларусь в среднем за год потребляет энергии в эквиваленте 33 млн. тонн условного топлива³ (т у. т.) и только на 15% обеспечивается собственными ресурсами. На закупку недостающих энергоносителей и электроэнергии расходуется около 3 млрд. долларов США в год, что превышает 30% объема всего импорта республики и делает ее экономику зависимой от внешних факторов. На 2006–2010 годы поставлена задача добиться снижения энергоемкости валового внутреннего продукта (ВВП) не менее, чем на 31% при темпах роста ВВП 156% к уровню 2005 года, к 2015 году не менее, чем на 50%, и к 2020 году не менее, чем на 60%. При этом, наряду с мероприятиями по энергосбережению, внедрению энергоэффективных технологий и оборудования, реализуется комплекс мер по максимально возможному использованию местных и возобновляемых энергоресурсов.

В соответствии с «Целевой программой обеспечения в республике не менее 25% объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива до 2012 года» и «Государственной комплексной программой модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы в 2006–2010 годах» в Беларуси должны быть построены 16 энергоисточников (мини-ТЭЦ), работающих на древесном топливе: в концерне «Беллесбумпром» – 3, Министерстве жилищно-коммунального хозяйства – 3 и Министерстве энергетики – 10, с годовой потребностью 1,2 млн. м³ древесного топлива. Кроме того, принята программа «Создания производств по изготовлению древесных топливных гранул (пеллет), древесного брикета и угля в Министерстве лесного хозяйства на 2009–2011 годы».

В настоящее время уже построены и функционируют Белорусская ГРЭС (6 тыс. т у. т. или 22,2 тыс. м³); Осиповичская мини-ТЭЦ (9 тыс. т у. т. или 34 тыс. м³); Вилейская мини-ТЭЦ (16 тыс. т у. т. или 60 тыс. м³); Пинская мини-ТЭЦ (23,1 тыс. т у. т. или 88 тыс. м³); Верхнедвинская мини-ТЭЦ (2 тыс. т у. т. или 7,5 тыс. м³). В 2009 году будут введены в эксплуатацию Петриковская мини-ТЭЦ (7 тыс. т у. т. или 26,3 тыс. м³); котельная в г.п. Россоны (8 тыс. т у. т. или 30 тыс. м³); мини-ТЭЦ ОАО «Мостодрев» (10 тыс. т у. т. или 38 тыс. м³). В целях бесперебойного обеспечения данных энергетических объектов древесным топливом в стране создаются структурные подразделения по производству топливной щепы, как правило, в рамках действующих предприятий системы Минлесхоза, концерна «Беллесбумпром», Минэнергетики и Минжилкомхоза.

³ 1 тонна условного топлива = 29300 MJ

Проектирование системы топливообеспечения Вилейской мини-ТЭЦ осуществлялось в рамках проекта Правительства Республики Беларусь и Программы развития ООН «Применение биомассы для отопления и горячего водоснабжения в Республике Беларусь» авторами данной работы [1].

Производства по выпуску щепы созданы в 27 лесхозах с суммарной мощностью – 398 тыс. пл. м³ в год. При этом в 2008 году ими было реализовано только 127 тыс. пл. м³ щепы. Производством древесных пеллет и брикетов занимаются в 29 организациях республики. В 2008 году было произведено 57 тыс. тонн. Суммарная мощность действующих по состоянию на 1 мая 2009 г. таких производств составляет 133 тыс. тонн в год. Как видно мощности созданных производств древесного топлива в республике используются не в полном объеме.

Таким образом, в стране создана новая система обеспечения энергетических объектов древесным топливом, требующая ресурсного и финансового обеспечения. Разработаны отечественные машины и оборудование, технологии, выбраны наиболее целесообразные формы организации производства. В настоящее время внимание направлено на снижение себестоимости производства древесного топлива и повышение его конкурентоспособности по отношению к ископаемым видам топлива путем формирования наиболее эффективных систем машин, оптимизации расположения складов и решения задач логистики доставки топлива.

2. Потенциал древесного топлива. Основным источником древесного сырья в Республике Беларусь являются местные лесные ресурсы. Общий объем растущего леса в стране по данным на 2008 год составляет 1495 млн. м³, средний запас спелых древостоев на 1 га – 248 м³. Земли лесного фонда занимают 9,39 млн. га. При этом непосредственно леса расположены на площади 7,8 млн. га, что составляет 37,8% от всей территории страны. Преобладающими породами являются сосна (50,2%), береза (22,6%), ель (9,8%). Земли лесного фонда (9,39 млн. га) занимают 44% территории страны. Лесистость составляет 38,1%. Средний возраст лесов – 49 лет [2].

Площадь лесов, большую чем в Беларуси, в Европе имеют Швеция – 22 млн. га, Финляндия – 19,5 млн. га. Примерно такое же количество лесов, как и в Беларуси, в Германии – 9,9 млн. га, Украине – 9,5 млн. га, Польше – 8,9 млн. га, Норвегии – 8,7 млн. га [2].

Более лесистыми, чем Беларусь, являются Финляндия (72%), Швеция (67%), Эстония (48%), Австрия (46%), Латвия (46%) и Россия (46%). В то же время лесистость многих стран, имеющих большие, чем в Беларуси общие площади лесов, меньше: Литва – 32%, Польша – 29%, Германия, Франция, Норвегия – по 28%, Индия – 20%, Украина – 16%, Китай – 13%, Англия – 9%.

На каждого жителя Беларуси приходится 0,79 га лесов и 149 м³ древесного запаса, что практически в 2,2 раза выше средневропейского уровня. Примерно столько же в США – 0,78 га. В России – 5,2 га, Финляндии – 4,2, Швеции – 3,07, Бразилии – 2,7, Норвегии – 2, Эстонии – 1,43, Латвии – 1,2, Литве – 0,54, Австрии – 0,47га, Франции – 0,26, Польше – 0,23, Украине – 0,19, Германии – 0,11, Англии – 0,04 [2].

По площади лесов Беларусь находится в десятке крупных лесных держав Европы, а по площади леса, приходящейся на одного жителя, имеет лучшие позиции. В этой связи особенно важными становятся вопросы как наращивания объемов лесозаготовок,

так и использования отходов лесозаготовок, лесопиления, деревообработки и низкокачественной дровяной древесины в энергетических целях.

В среднем за год прирост всех древостоев в республике составляет 27,7 млн. м³. Заготовка древесины в Беларуси в последние 3–5 лет составляет 13–14,5 млн. м³ в год, в том числе по главному пользованию – 5–6,5 млн. м³, промежуточному (рубки ухода, выборочные санитарные рубки) – 5,5 млн. м³, прочим рубкам (в основном за счет вырубки усохших ельников) 3–4,8 млн. м³. Прогноз развития лесопользования до 2020 г. показывает его общее увеличение до 17–18 млн. м³, в том числе по главному пользованию до 8–10 млн. м³.

Объем заготовки дров в последние годы составляет 5,7–5,9 млн. м³. При этом значительная часть заготавливаемых дров отпускается населению, гор(рай)топам, бюджетным организациям. Так, по отчетным данным в 2008 г. этим потребителям было отпущено 3681,8 тыс. м³ дров или 61,5% всех заготовленных дров в республике. Таким образом, остальные 2218,2 тыс. м³ дров могут быть использованы и частично уже используются котельными ЖКХ и мини-ТЭЦ для производства тепловой и электрической энергии [3]. Прогноз среднегодового объема заготовки и использования древесных топливных ресурсов в Республике Беларусь в 2010–2015 года по видам древесного сырья и областям приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Прогноз среднегодового объема заготовки и использования древесных топливных ресурсов в лесах Республики Беларусь в 2010–2015 годах

Наименование древесных топливных ресурсов	Всего, млн. м ³
1. Возможный объём заготовки дров, всего	7,8
в том числе при проведении:	
– рубок главного пользования	2,5
– рубок промежуточного пользования	3,6
– прочих рубок	1,7
2. Отходы деревообработки	2,0
3. Насаждения ольхи серой	1,0
4. Перестойные насаждения мягколиственных пород	1,0
5. Отходы лесозаготовок (сучья, ветви)	0,9
6. Древесный отпад (ликвидная захламленность и сухостойные деревья)	0,9
Итого возможный объем древесных топливных ресурсов	13,6
Использование древесных топливных ресурсов в качестве котельно-печного топлива, на технологические нужды и населением	8,2
Остаток топливных ресурсов	5,4

Таким образом, возможный среднегодовой объем заготовки древесных топливных ресурсов в лесах Республики Беларусь в 2010–2015 годах составит 13,6 млн. м³. Среднегодовое потребление населением и организациями в качестве котельно-печного топлива и на технологические нужды – 8,2 млн. м³.

3. Перспективные системы машин и оборудования. Для заготовки возрастных объемов древесины и производства топливной щепы в университете был разработан комплекс технологий и ряд отечественных машин. Совместно с РУП «Минский тракторный завод» было создано семейство колесных лесозаготовительных машин для рубок главного и промежуточного пользования, среди которых харвестеры,

форвардеры, прицепные тележки с манипуляторами, различные трелевочные тракторы. Выпуск аналогичных машин был освоен и ОАО «Амкодор» (рисунок 1). Отличительной особенностью данных машин является широкое использование на них импортных узлов и технологического оборудования, среди которых гидроманипуляторы, захватно-срезающие устройства, элементы гидропривода и автоматизированных систем управления [4].



а

б

Рисунок 1 – Колесные лесозаготовительные машины: а – харвестер ОАО «Амкодор»; б – форвардер РУП «Минский тракторный завод»

Для реализации технологий комплексной заготовки деловой древесины с утилизацией лесосечных отходов в энергетических целях на данных предприятиях также был освоен выпуск мобильных рубильных машин с использованием агрегатов барабанного типа фирм Jenz GmbH (Германия) и концерна Kesla OYJ (Финляндия) с производительностью 40–100 нас. м³/ч (рисунок 2).



а

б

Рисунок 2 – Мобильные барабанные рубильные машины с гидроманипуляторами: а – с приводом от автономного двигателя МР-40 РУП «Минский тракторный завод»; б – с приводом от двигателя форвардера и накопительным бункером Амкодор-2902 ОАО «Амкодор»

С РУП «Минский автомобильный завод» создан автопоезд для перевозки щепы с нагрузкой на рейс 80 нас. м³ (рисунок 3, а) и автощеповоз со съемными контейнерами с нагрузкой на рейс 35–40 нас. м³ (рисунок 3, б). В стране освоен выпуск фронтальных колесных погрузчиков грузоподъемностью 400–6000 кг со съемным технологическим

оборудованием, позволяющим работать как с круглыми лесоматериалами, так и топливной щепой и обеспечивающих высоту загрузки до 5,93 м [4].



а

б

Рисунок 3 – Автомобили для перевозки щепы РУП «Минский автомобильный завод»: а – прицепной автопоезд-щеповоз МА3-5516+МА3-8561; б – автощеповоз с механизмом самозагрузки-разгрузки контейнера типа «мультилифт» МА3-6501

4. Технологические процессы производства топливной щепы. Наличие отечественной лесозаготовительной техники с широко представленными в стране зарубежными машинами фирм Jenz GmbH (Германия), Kesla OYJ (Финляндия), Farmi Forest Corporation (Финляндия), Heizomat GmbH (Германия), Vermeer Corporation (США) позволило реализовать ряд технологических процессов лесозаготовок с производством топливной щепы из отходов лесозаготовок, дровяной древесины заготавливаемой по рубкам главного и промежуточного пользования, отходов лесопиления и деревообработки в условиях лесосеки, промежуточных и межсезонных складов [5].

Производство топливной щепы из отходов лесозаготовок на рубках главного пользования. Сучья, ветви, вершины, неделовые вырезки, фаутные деревья и др. предварительно окучиваются на лесосеке, после чего доставляются на верхний или промежуточный склад, где происходит их измельчение в передвижной рубильной машине с погрузкой щепы в контейнер автощеповоза.

Производство топливной щепы из дровяной древесины на рубках промежуточного пользования. Тонкомерные деревья и кустарник вырубается с технологических коридоров (шириной 4 м) и складываются на их обочине в небольшие штабеля. Сформированная таким образом пачка доставляется на специально подготовленную площадку около лесовозной дороги и укладывается в кучи, обеспечивая запас сырья для последующего измельчения в щепу передвижной рубильной машиной.

Производство топливной щепы из дровяной древесины на рубках главного пользования. Заготавливаемая на лесосеке стволовая дровяная древесина вывозится на нижний лесной склад, расположенный недалеко от котельной (мини-ТЭЦ), и измельчается там рубильной машиной.

Производство топливной щепы из отходов лесопиления и деревообработки может быть организовано по разным схемам: 1) кусковые отходы со складов отходов цехов в непереработанном виде перевозятся на нижний лесной склад, где измельчаются рубильной машиной, после чего щепы поступает на общий склад для хранения и отгрузки; 2) при накоплении на территории отдельного цеха достаточного объема куско-

вых отходов туда направляются передвижная рубильная машина и транспорт для перевозки щепы. Рубильная машина измельчает отходы непосредственно в контейнер щеповоза, который доставляет щепу прямо на склад топлива потребителя.

Наиболее типичная схема сложившегося технологического процесса производства топливной щепы представлена на рисунке 4 [6].



Рисунок 4 – Схема организации технологического процесса производства топливной щепы

5. Организация расчетов между поставщиками и потребителями древесного топлива. В связи с наращиванием объемов заготовки и поставки древесного топлива на энергетические объекты страны весьма актуальной стала задача организации и совершенствования системы расчетов между поставщиками и потребителями топлива. Для организации заготовки, поставки и хранения древесного топлива в Беларуси были разработаны и утверждены ТУ ВУ 100145188.003-2009 «Щепа топливная». Однако данных технических условий для эффективной работы производителей и потребителей древесного топлива оказалось не достаточно. Так как, с одной стороны они не учитывали различную влажность поставляемого древесного топлива, а с другой стороны не обеспечивали сопоставимость единиц измерения, официально принятых на предприятиях лесного (пл. м³) и топливно-энергетического (т н. т., тыс. м³, т у. т.) комплексов.

В этой связи дальнейшим шагом по организации расчетов между поставщиками и потребителями древесного топлива стала разработка «Инструкции по расчетам организаций, входящих в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» [7], учитывающей физико-химические свойства древесного топлива и позволяющей осуществлять расчеты путем пересчета стоимости топлива в условное выражение (евро/ т у. т.).

Принятие данных документов позволило организовать расчеты между поставщиками и потребителями древесного топлива с учетом влажности и плотности древесного топлива по методике, представленной в таблице 2.

6. Экономическая эффективность производства топливной щепы. Для обеспечения древесным топливом построенных мини-ТЭЦ Правительством страны была поставлена задача по выбору наиболее рационального технологического процесса и

системы машин. Ее решение потребовало от авторов выполнения многовариантных расчетов себестоимости и отпускной цены производства топливной щепы из различных видов древесно-топливного сырья в условиях лесосеки, промежуточных и межсезонных складов.

Таблица 2 – Методика расчета между поставщиками и потребителями древесного топлива

№	Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Значение (вид)
1	Древесное топливо	–	–	Щепа топочная
2	Фактический объем поступившего топлива			
2.1	– в насыпных м ³	V _{нас}	нас. м ³	356,5
2.2	– в плотных м ³	V _{пл}	пл. м ³	142,6
3	Фактическая масса поступившего топлива			
3.1	– брутто	G _{бр}	кг	245 500
3.2	– тара (транспортное средство)	G _{тар}	кг	130 950
3.3	– нетто	G _{нет}	кг	114 550
4	Насыпная плотность: $\rho_{насып} = G_{нет} / V_{нас}$	$\rho_{насып}$	кг/нас. м ³	321,32
5	Плотность: $y = G_{нет} / V_{пл}$	y	кг/пл. м ³	803,30
6	Относительная (рабочая) влажность топлива	W _t ^p	%	42,907
7	Энергетическая ценность топлива: $Q_{вес} = 18,7 - 0,212 \cdot W_t^r$	Q _{вес}	ГДж/кг	9,60
8	Цена 1 т условного топлива с калорийностью 29,31 ГДж/т	Ц _{усл}	евро/т у.т.	63,86
9	Цена 1 т натурального топлива, поступившего с влажностью W _t ^r : $Ц_{вл} = Ц_{усл} \cdot Q_{вес} / 29,31$	Ц _{вл}	евро/т	20,92
10	Цена 1 плотного м ³ топлива, поступившего с влажностью W _t ^r : $Ц_{пл} = Ц_{вл} \cdot G_{нет} / (V_{пл} \cdot 1000)$	Ц _{пл}	евро/пл. м ³	16,80
11	Суммарная стоимость поступившего топлива (сырья) без НДС: $C_{безНДС} = Ц_{пл} \cdot V_{пл}$	C _{безНДС}	евро	2 396

Так, например, структура отпускной цены топливной щепы, произведенной в условиях *лесосеки* из отходов лесозаготовок с использованием передвижной рубильной машины МР-25 с накопительным бункером емкостью 10 нас. м³ производства РУП «Минский тракторный завод» и автощеповоза МАЗ 5433 + САТ-105 производства РУП «Минский автомобильный завод» и ОАО «Спецавтотехника» емкостью 40 нас. м³ представлена на рисунке 5.

Структура отпускной цены топливной щепы, произведенной в условиях *промежуточного склада* из отходов лесозаготовок с использованием передвижной рубильной машины МР-40 с автономным двигателем производства РУП «Минский тракторный завод» и 3-х автощеповозов МАЗ 5433 + САТ-105 производства РУП «Минский автомобильный завод» и ОАО «Спецавтотехника» емкостью 40 нас. м³, представлена на рисунке 6.

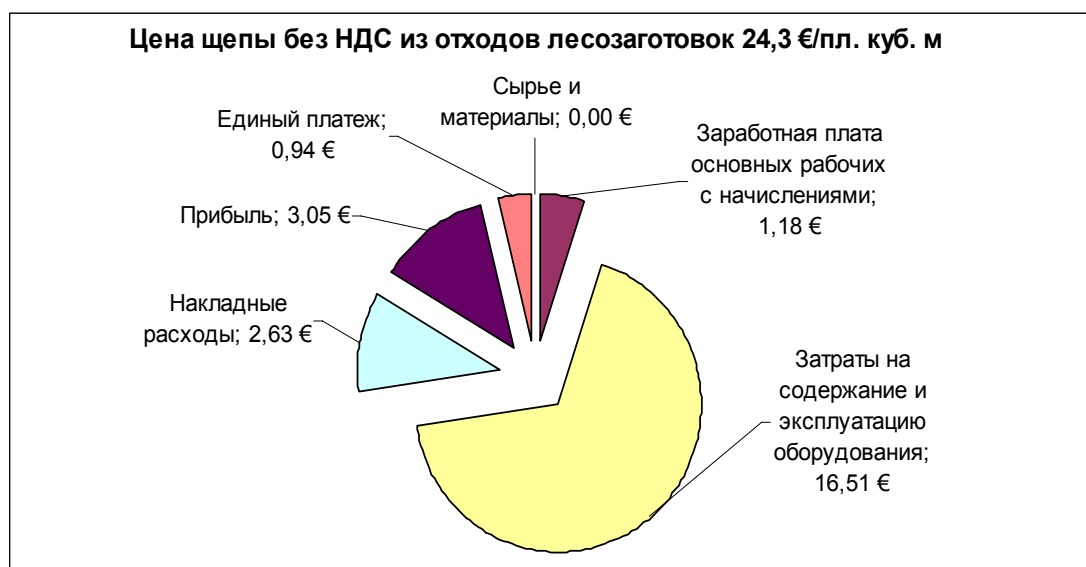


Рисунок 5 – Структура отпускной цены 1 пл. м³ топливной щепы из отходов лесозаготовок, произведенной в условиях лесосеки ($L_{\text{подвозки}}=750$ м, $L_{\text{вывозки}}=50$ км, рентабельность 15%)

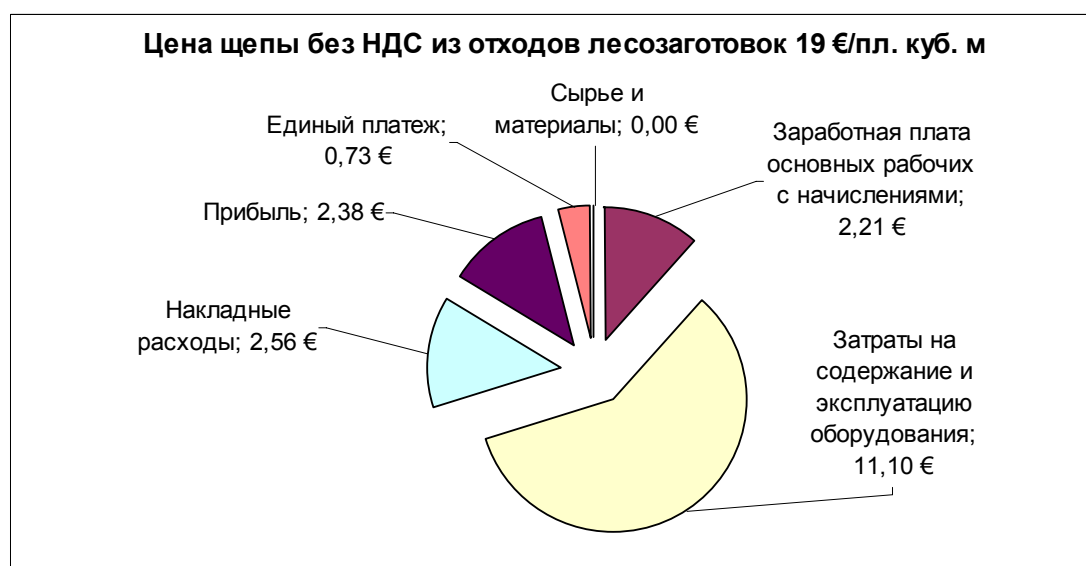


Рисунок 6 – Структура отпускной цены 1 пл. м³ топливной щепы из отходов лесозаготовок, произведенной в условиях промежуточного склада ($L_{\text{подвозки}}=5$ км, $L_{\text{вывозки}}=50$ км, рентабельность 15%)

Анализ данных, представленных на рисунках 5–6, позволяет сделать вывод о том, что производство топливной щепы в условиях лесосеки менее эффективно по сравнению с производством щепы в условиях промежуточного склада. Об этом свидетельствует значение отпускной цены топливной щепы, которое ниже для производства щепы в условиях промежуточного склада по сравнению с лесосекой примерно на 22%.

Отсутствие практического опыта организации крупномасштабного производства топливной щепы в республике привело к тому, что фактические затраты на изготовление топливной щепы, поставляемой на мини-ТЭЦ в республике различными ведомствами и организациями, значительно различаются. Так, для Вилейской мини-ТЭЦ (сис-

тему топливообеспечения проектировали авторы) они составляют около 15 евро/пл. м³ щепы, для Белорусской ГРЭС около 22 евро/пл. м³, а для Осиповичской мини-ТЭЦ около 28 евро/пл. м³.

Динамика изменения цен на древесное топливо и его конкурентоспособность по сравнению с традиционными энергоносителями за период 2003–2009 годы представлена на рисунке 7.

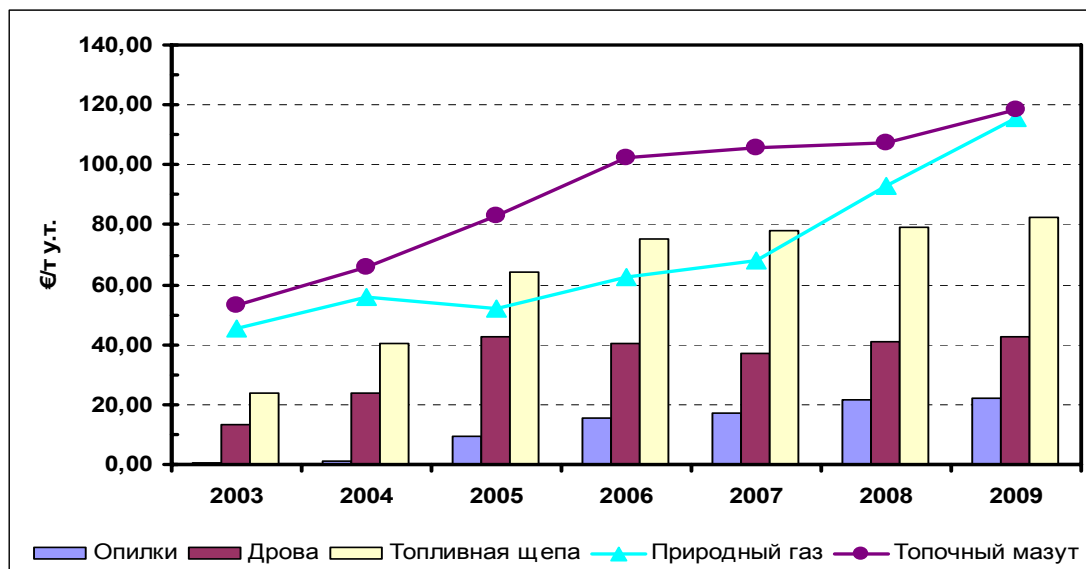


Рисунок 7 – Динамика изменения цен на древесное топливо и традиционные энергоносители за период 2003–2009 годы

Из рисунка 7 видно, что на протяжении анализируемого периода времени конкурентоспособность древесного топлива постоянно изменялась. Наиболее высокие значения данного показателя характерны для начала анализируемого периода, что в первую очередь, обусловлено относительно низким спросом на древесно-топливное сырье. По мере реализации в стране мероприятий, направленных на увеличение использования местных возобновляемых источников древесной биомассы, спрос на древесно-топливное сырье многократно возрос. Это обстоятельство во многом предопределило увеличение стоимости топливной щепы. Так, например, за анализируемый период времени стоимость дров увеличилась в 3,3 раза, стоимость опилок – в 32 раза, стоимость топливной щепы – в 3,5 раза.

В настоящее время древесное топливо в Республике Беларусь конкурентоспособно по сравнению с ископаемыми видами топлива. Так, стоимость топливной щепы в условном выражении ниже стоимости природного газа на 29% и топочного мазута на 30%. При этом необходимо отметить, что цена на природный газ и топочный мазут не постоянна и зависит от внешних поставок из Российской Федерации. В тоже время цена на дров, топливной щепы и других видов древесного топлива определяется внутренней политикой страны. В Беларуси первые поставки древесного топлива на энергетические объекты не приносили значительных доходов и подчас оборачивались убытком для поставщиков. Сегодня цена установлена в размере 20 евро/пл. м³ топливной щепы, что позволяет поставщикам и потребителям найти зону взаимовыгодного сотрудничества. Дальнейшее развитие частного рынка заготовки древесно-топливного сырья, производства и доставки топливной щепы будет способствовать снижению ее цены. Рост цен на

традиционные энергоносители окажет значительное влияние на повышение экономической эффективности производства древесного топлива и переосмысление традиционно сложившихся стереотипов о первичных источниках энергии.

Заключение. Многочисленные исследования технико-экономического характера, выполненные авторами, применительно к условиям Беларуси позволяют сделать следующие выводы.

1. В настоящее время в республике могут реализовываться разнообразные технологии комплексной заготовки древесины и производства топливной щепы, как на базе полностью механизированных систем, так и с применением механизированного труда, основные технико-экономические показатели которых находятся на более низком уровне, чем в развитых лесодобывающих странах.

2. Технологические процессы, обеспечивающие заготовку и вывозку древесины на рубках главного и промежуточного пользования в виде сортиментов, получают преимущественное распространение как имеющие лучшие показатели экономической эффективности и в максимальной степени, отвечающие требованиям лесной сертификации.

3. В рамках комплексного процесса заготовки древесного сырья производство топливной щепы наиболее целесообразно мобильной системой машин, включающей погрузочно-транспортные машины, передвижные барабанные рубильные машины с приводом от автономного двигателя с производительностью не менее 40 нас. м³/ч; автощеповозы с рейсовой нагрузкой более 35 нас. м³ или автопоезда с нагрузкой 70–80 нас. м³, фронтальный ковшовый погрузчик с емкостью ковша не менее 5 нас. м³.

4. Дровяную древесину, как правило, целесообразней измельчать на складах межсезонного хранения, отходы лесозаготовок – на промежуточных складах у дорог круглогодочного действия с расстоянием подвозки сырья до 5 км, отходы лесопиления и деревообработки – в местах образования. При этом обязательными условиями их эффективного применения являются: концентрация разрабатываемых лесосек; значительные объемы лесосечных отходов и низкокачественной древесины на промежуточных складах, примыкающих к дорогам круглогодочного действия; диспетчеризация процесса вывозки топливной щепы конечному потребителю; расстояние транспортировки готовой продукции в пределах до 50 км.

5. В целом для производства и поставки древесного топлива в республике требуется: около 228 трелевочных тракторов; 762 погрузочно-транспортные машины; 167 рубильных машин и тракторов для их перемещения; 620 автощеповозов; 74 погрузчика щепы.

6. Дальнейшее успешное развитие биоэнергетики в Республике Беларусь невозможно без создания рынка древесного топлива, формирования устойчивых цен на длительный временной период и совершенствования системы расчетов между поставщиками и потребителями древесного топлива. Цены на древесное топливо должны устанавливаться с учетом его физико-химических и теплотехнических свойств в рублях за плотный м³ при фиксированной влажности, либо за тонну условного топлива. Такой подход реализуется в Швеции, Финляндии, Австрии Германии и других странах [8].

7. Влажность и зольность древесного топлива фактически определяют его теплотворную способность и, соответственно, цену при измерении в условных единицах (т у. т.). В этой связи необходимо реализовывать комплекс мероприятий, направленных на пре-

дотворачивание попадания в древесное топливо атмосферных осадков и минеральных включений.

8. Для обеспечения бесперебойного снабжения энергетических объектов древесным топливом в республике необходимо [9, 10]: скоординировать усилия специалистов лесного и топливно-энергетического комплексов, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и других заинтересованных ведомств и организаций; осуществлять инвестиционную поддержку предприятий для приобретения техники (дотации и льготное кредитование), предоставлять налоговые преференции; развивать и совершенствовать нормативно-правовую базу, сопровождающую процессы производства, хранения и транспортировки древесного топлива с учетом потребности более длительного хранения древесно-топливного сырья в лесу и на различных видах складов; разрабатывать новые технологии заготовки древесно-топливного сырья и производства топливной щепы в условиях лесосеки, промежуточных складов, складов потребителя и межсезонного хранения топливной щепы; развивать отечественное машиностроение в области техники для производства и доставки топливной щепы; выполнять строительство новых и содержание на должном уровне созданных лесовозных дорог.

9. В настоящее время в республике накоплен определенный опыт комплексной заготовки древесного сырья и производства топливной щепы. Получены положительные результаты, подтверждающие целесообразность вовлечения в энергетическое использование возобновляемых древесных ресурсов. Есть надежда, что себестоимость заготовки древесного топлива в стране может снижаться по мере внедрения международного опыта, усовершенствования и повышения надежности системы лесозаготовительных машин и внедрения передовых европейских технологий, соответствующих природно-производственным и социально-экономическим условиям Беларуси.

Библиографический список

1. Федосеев, В. Ф. Организация производства и снабжения топливной щепой мини-ТЭЦ г. Вилейка Минской области / В. Ф. Федосеев, А. В. Ледницкий, И. И. Корзун // Энергоэффективность. – № 10. – 2004. – С. 20–21.
2. Леса и лесное хозяйство Беларуси. – Минск: Министерство лесного хозяйства РБ, 2008. – 12 с.
3. Ледницкий, А. В. Прогноз ресурсов древесного топлива в Республике Беларусь / А. В. Ледницкий, Федоренчик А. С. // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII, Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2004. – Вып. XII. – С. 194–197.
4. Fyedorenchik, A.S. Equipment and technologies of combined procurement of merchantable wood with cutting wastes utilization for energy production in Belarus / A.S. Fyedorenchik, A.V. Lednitsky // FORMEC '08: 41. International Symposium in Schmalleberg, Germany, 02–05 June 2008 / Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e. V.; Scientific Committee Anneliese Kläres and others. – Schmalleberg, 2008. – p. 111–116.
5. Корзун, И.И. Современные технологии заготовки и подготовки к использованию древесного топлива / И.И. Корзун, А.В. Ледницкий, Г.И. Завойских // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII. Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2006. – Вып. XIV. – С. 211–214.

6. Федоренчик, А.С. Состояние и анализ обеспечения древесным топливом энергетических объектов в Республике Беларусь / А.С. Федоренчик, А.В. Ледницкий // Энергоэффективность. – 2008. – № 3. – С. 13–16.

7. Инструкция по расчетам организаций, входящих в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго»: утв. М-вом энергетики Респ. Беларусь 04.07.2007 № 21. – Минск, 2007. – 12 с.

8. Войтехович, В.Н. Использование древесной биомассы в энергетических целях в Австрии и Чехии / В.Н. Войтехович, А.С. Федоренчик, А.В. Ледницкий // Энергоэффективность. – 2007. – № 6. – С. 16 – 21.

9. Федоренчик, А.С. Организация производства топливной щепы на предприятиях лесного комплекса / А. С. Федоренчик, А. В. Ледницкий, И. И. Корзун // Лесное и охотничье хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 28–31.

10. Ледницкий, А.В. Формирование инфраструктуры для заготовки, производства, транспортировки и хранения древесного топлива в Республике Беларусь // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII. Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2007. – Вып. XV. – С. 217–221.

Медведев С.О., Ляпкина Е.В., Соболев С.В., Степень Р.А.

(ЛфСибГТУ, г. Лесосибирск, РФ) info@lfsibgtu.ru

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ *RAW MATERIALS RESOURCES EFFECTIVE USING AS COMPETITIVENESS FACTOR OF TIMBER INDUSTRY COMPLEX IN MODERN CONDITIONS*

Современные условия ставят перед лесной отраслью России и Красноярского края комплекс взаимосвязанных задач, требующих незамедлительного решения. Основными здесь являются проблемы устаревшего оборудования и технологий, узкого ассортимента продукции и внутреннего рынка, недостатка квалифицированных специалистов, слабого использования вторичных ресурсов и т.д. Конкурентоспособность предприятия зависит от его возможностей производить и реализовывать продукцию, пользующуюся спросом, и получать при этом прибыль, необходимую для совершенствования производства. В этой связи остро стоит проблема модернизации и оптимизации деятельности лесоперерабатывающих предприятий, реализации современных направлений развития.

Опыт показывает, что успешное развитие лесопромышленного комплекса (ЛПК) базируется на повышении эффективности использования биоресурсов. Россия в этом плане значительно уступает передовой зарубежной практике, где полезно используется 80-90 % заготавливаемого сырья, а в отдельных перерабатывающих комплексах это значение достигает 100 %. Следует отметить, что продукция, получаемая из вторичного сырья, отличается высокой степенью переработки и добавленной стоимостью. В этой

связи становится понятно отставание доходов российского ЛПК от передовых стран отрасли (рисунок 1 [1]).

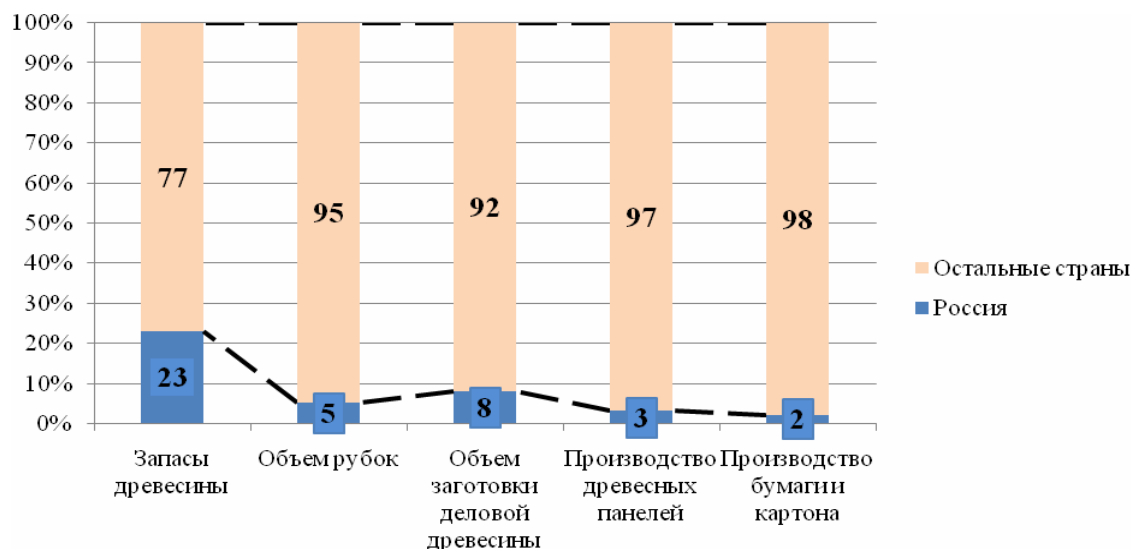


Рисунок 1 – Доля России в мире по отдельным показателям деятельности лесопромышленного комплекса, %

Исправление существующей ситуации возможно благодаря существенному изменению структуры производимой продукции, что должно обеспечиваться соответствующей модернизацией технологий, используемых на российских предприятиях в настоящее время. Стратегическим курсом развития в данном случае может выступать переработка, вовлечение в производственный процесс разнородных древесных отходов, образующихся на всех стадиях обработки лесных ресурсов. Причем направление использования вторичных ресурсов должно определяться исходя из детального анализа возможностей и перспектив производства продукции для конкретного предприятия или их объединения. Основными рациональными направлениями переработки древесных отходов выступают крупно- и малотоннажная утилизации. В структуре первой выделяются целлюлозно-бумажное, плитное, гидролизное направления, второй – брикетирование, гранулирование, компостирование, переработка древесной зелени и др.

Необходимость дифференциации направлений переработки древесных отходов обусловлена совокупностью экономических, технологических, природно-географических и иных факторов. В частности, в Красноярском крае сложилось три крупных центра деревопереработки – города Красноярск, Канск и Лесосибирск, которые в силу объективных причин имеют различные возможности реализации проектов развития лесного комплекса. Последний вследствие своего географического местоположения имеет большой ресурсный потенциал и, следовательно, более широкие возможности производства продукции, однако вследствие удаленности от рынков сбыта здесь имеют место повышенные транспортные затраты. Это обуславливает потребность в высокой степени переработки сырья для получения большей экономической выгоды и нивелирования транспортной составляющей затрат.

При всей кажущейся простоте решения проблемы, существует значительно количество задач и сложностей на пути модернизации деревоперерабатывающей отрасли

в целом и Лесосибирского лесопромышленного комплекса в частности. Первостепенной задачей в данном случае является проведение управленческого анализа деятельности предприятия и определения его стратегических ресурсов и сфер деятельности. В таком анализе можно выделить несколько основных сегментов:

- цели и задачи предприятия в кратко-, средне- и долгосрочной перспективах;
- система менеджмента и ее элементы;
- наличие и возможности привлечения финансовых ресурсов;
- выпускаемая продукция и перспективные товары, выпуск которых может быть налажен в ближайшей или отдаленной перспективе;
- себестоимость (издержки) предприятия;
- ресурсы предприятия (прежде всего сырьевые).

Основной целью деятельности крупнейших лесоперерабатывающих предприятий Лесосибирского промышленного узла, как и большей части предприятий ЛПК России, является извлечение прибыли и использование ее в интересах акционеров и развития производства. Их задачи более широки и включают помимо обеспечения финансовой и производственной результативности деятельности комплекс вопросов социального, экологического, технического и научного характеров. Например, обеспечение соответствия производственных процессов требованиям безопасности и охраны окружающей среды, принятие участия в решении социальных проблем города (содержание на балансе и помощь социальным учреждениям, стабильные выплаты заработной платы и ее рост и др.), поиск и внедрение средств и методов оптимизации производственных процессов и т.д.

Системы менеджмента комбинатов традиционны для ЛПК России. Процесс формирования организационных структур происходил в течение длительного периода времени и в настоящий момент отвечает основным требованиям успешного функционирования предприятий. Отличительной особенностью производств, не смотря на характерную для предприятий высокую долю ручного труда, является недостаточная работа в области мотивирования персонала. Квалификация менеджеров в целом отвечает потребностям и задачам комбинатов, что обеспечивается отлаженным процессом обучения и переподготовки кадров, в частности на базе Сибирского государственного технологического университета.

Анализ структуры себестоимости продукции предприятий Лесосибирского комплекса показывает, что наибольший удельный вес в ней занимают материальные затраты (рисунок 2), причем в их составе выделяются затраты на сырье и материалы – 50-60, топливо – 2-5, энергию – 2-4 % от общей себестоимости.

Финансовый анализ деятельности крупнейших предприятий г. Лесосибирска – ОАО «Лесосибирский ЛДК № 1», ЗАО «Новоенисейский ЛХК» и ОАО «Маклаковский ЛДК» показывает существенные возможности финансирования проектов развития производства двумя первыми комбинатами как за счет собственных, так и заемных средств. Последнее предприятие отличается нестабильностью, вследствие чего его финансовые ресурсы и возможности значительно ограничены.

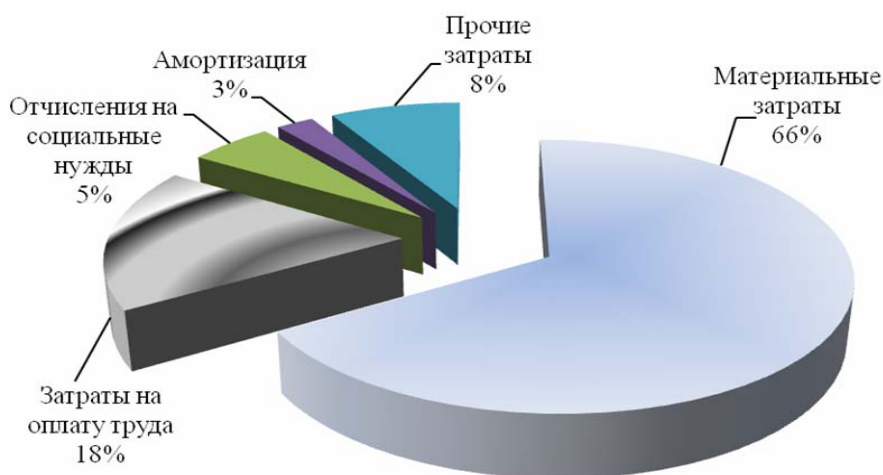


Рисунок 2 – Усредненные показатели структуры себестоимости деревоперерабатывающих крупнейших предприятий г. Лесосибирска

Как уже отмечалось, предприятия Лесосибирского комплекса имеют существенные запасы лесных ресурсов. Сырье поставляется из принадлежащих предприятиям леспромхозов или закупается у сторонних лесозаготовителей. В то же время достаточно остро стоят вопросы лесовосстановления и эффективного использования имеющихся в распоряжении комбинатов ресурсов. Последнее направление является наиболее перспективным с точки зрения производства новых видов продукции, развития производства как такого. В настоящее время основная специализация Лесосибирских предприятий – выпуск пиломатериалов, ДВП, в значительно меньших объемах столярных изделий и мебели. Причем для производства ДВП и клееных материалов используются кусковые древесные отходы, потребляясь по данным и ряду другим направлениям практически в полном объеме. Использование мягких отходов (опилки, стружка, древесная пыль) следует признать малоэффективным, так как оно преимущественно состоит в сжигании и реализации ЖКХ и населению для аналогичных целей. Опилки являются наиболее многотоннажным и, следовательно, рациональным для использования видом мягких отходов, их объем образования представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Образование опилок на предприятиях г. Лесосибирска, т

Предприятие	Год		
	2006	2007	2008
ОАО «Маклаковский ЛДК»	23401	26312	19073
ОАО «Лесосибирский ЛДК № 1»	156057	158641	163997
ЗАО «Новоенисейский ЛХК»	125725	101167	75729
Итого по предприятиям	305183	286120	258799

Основными возможными направлениями использования мягких отходов являются производство плитных и прессованных материалов, гранулирование и брикетирование, гидролизное производство, компостирование. Анализ показывает, что в условиях повышенных пошлин на древесину низкой степени обработки основной упор в развитии деревопереработки российскими предприятиями делается на развитие производства плит (в частности, OSB) и гранул (брикетов). Следовательно, конкуренция в этой

сфере в ближайшее время будет возрастать и предприятия с высокими транспортными расходами (Лесосибирский промышленный комплекс) окажутся менее конкурентоспособными в сравнении с европейскими производителями или сибирскими, но обладающими более выгодным месторасположением. Ориентация на внутренний несформировавшийся рынок таких продуктов представляется в ближайшее время малоперспективной. В то же время в структуре плитных и прессованных материалов существует продукция с повышенными технологическими требованиями к производству, однако рыночные ниши которых более свободны, что дает возможность развития лесосибирским предприятиям в таких направлениях. Компостирование, отличительной характеристикой которого является невысокая прибыльность, является малоперспективным направлением использования мягких отходов в натуральном виде. Более эффективно его использование при утилизации отходов переработки опилок, стружки и пыли, т.е. потребление остатка биомассы после глубокой переработки сырья. Это ведет к минимизации отходов и рассматривается как одна из стадий безотходного производства при деревопереработке.

В связи с обстоятельствами экономической конъюнктуры гидролизное производство представляется одним из наиболее рациональных и обоснованных направлений использования мягких древесных отходов. В соответствии со стратегией развития ЛПК Сибирского и Дальневосточного региона до 2020 года существенного развития гидролизного производства не предполагается [2]. В то же время потребность в продукции этой отрасли ежегодно возрастает и не может быть обеспечена имеющимися российскими мощностями. В условиях Лесосибирского комплекса рациональным является специализация на выпуске двух основных продуктов – этилового спирта и кормовых дрожжей. Это снижает риск низкой экономической эффективности выпуска одного товара, способствует максимизации прибыли и более полному использованию сырья в производстве.

Одно из преимуществ гидролизного производства состоит в возможности развития наряду с ним ряда других направлений утилизации отходов древесной биомассы. В частности, брикетирование мелких древесных отходов является эффективным методом повышения производительности гидролизаторов. Использование брикетов на собственных котельных и реализация ЖКХ и населению близлежащих районов способствует повышению теплотворной способности топлива и КПД котлоагрегатов, получению дополнительной прибыли. Наиболее крупнотоннажным отходом спиртодрожжевого производства является гидролизный лигнин. Он может утилизироваться как топливо с улавливанием сернистого газа, использоваться для производства пьезотермопластиков, служить сырьем в биогазовом производстве с получением газа и удобрений и непосредственно в качестве удобрения [3]. Известны и многие другие направления потребления гидролизного лигнина: как топливно-выгорающей добавки в производстве керамических материалов; сырья для получения феноллигниновых полимеров; различных строительных материалов и др. Однако в условиях Лесосибирского промышленного узла без дополнительного совершенствования технологии и решения ряда экономических проблем последние из видов утилизации лигнина вряд ли будут целесообразными.

Другим твердым отходом гидролизного производства являются шламы, практически единственным эффективным направлением применения которых является получение органоминеральных удобрений. При внесении их в почву в количестве 2,5-3 т/га

происходит существенное повышение урожайности целого ряда сельскохозяйственных культур, что в условиях сибирского региона может явиться стимулом развития аграрного сектора.

Повышению рентабельности использования гидролизного лигнина и шламовых отходов в сельскохозяйственном направлении способствует наличие доступных и дешевых материалов для нейтрализации. В условиях Лесосибирского комплекса такими источниками выступают известняковые месторождения, в частности наиболее разведанным является Чернореченское, запасы известняков которого составляют 917 тыс. т. Эти ресурсы также могут использоваться для нейтрализации выбросов сернистого газа гидролизным заводом.

Эффективным потреблением побочного продукта гидролизного производства углекислоты является получение CO_2 -экстрактов из хвойной древесной зелени – достаточно дорогостоящего и востребованного продукта. Такие экстракты обладают свойствами, выгодно отличающимися от экстрактов, выделенных традиционными растворителями (бензином, водобензиновой смесью). Это объясняется особенностями технологии, характеризующейся выделением экстрактивных веществ в практически нативном состоянии. Повышению экономической эффективности утилизации древесной зелени способствует ее дополнительная комплексная переработка. Существует возможность получения в качестве товарных продуктов эфирных масел, фенольных веществ, хвойной воды и др. Послеэкстракционный твердый остаток может служить основой для компоста, хвойной муки, почвенных пестицидов; обесхвоенные ветви и сучья – топливом или дополнительным сырьем для гидролизного производства [4].



Рисунок 3 – Принципиальная схема переработки мягких отходов в Лесосибирском промышленном комплексе

Таким образом, залог конкурентоспособности деревоперерабатывающих предприятий России и, в частности Лесосибирского промышленного узла, заключается в эффективном использовании имеющихся ресурсов. В современных условиях речь, прежде всего, идет о развитии производств, основанных на использовании вторичного биосырья: кусковых и мягких отходов, древесной зелени, коры, пней и корневой системы. В рамках Лесосибирского комплекса рациональным представляется создание спиртодрожжевого производства с активным использованием побочных продуктов и отходов для получения дополнительной продукции и прибыли от ее реализации. Общая схема такого производства представлена на рисунке 3.

Недостаток финансовых ресурсов для реализации всего комплекса мероприятий по утилизации древесных отходов может быть восполнен при достижении срока окупаемости или в ходе реализации основного направления – гидролизного производства. Одной из форм финансирования проектов переработки древесной зелени может явиться венчурное инвестирование, а для реализации всего проекта крайне важна государственная поддержка, если не в финансовой сфере, то во всестороннем содействии.

Библиографический список

1. Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. – Rome, 2006. – 368 p.
2. Мазий, Ю. Инновационный монопроект лесопромышленного комплекса «Сибирь – Дальний Восток» [Текст] / Ю. Мазий // ЛесПромКомплекс. – 2008. - №3. – С. 18-23.
3. Левин, Б.Д. Об утилизации гидролизного лигнина [Текст] / Б.Д. Левин, Т.В. Борисова, С.М. Воронин // Достижения науки и техники – развитию города Красноярска. - Красноярск: КГТУ, 1997. – С. 38-39.
4. Лобанов, В. В. Комплексная переработка древесной зелени в условиях малого пихтоваренного производства [Текст] / В.В. Лобанов, Е.И. Лобанова, Р.А. Степень. – Красноярск: СибГТУ, 2007. – 144 с.

Мехренцев А.В. (Министерство промышленности и науки Свердловской области, г. Екатеринбург, РФ) mehrentsev@midural.ru,
Мехренцева А.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ *THE STRATEGY PLANNING OF THE TIMBER INDUSTRY COMPLEX DEVELOPMENT IN SVERDLOVSK AREA*

Свердловская область относится к многолесным районам: площадь земель, покрытых лесной растительностью – 13 млн.га или 68 % территории области. Общий запас древесины составляет около 2 млрд. кубометров, в том числе запас спелых и перестойных насаждений – 710 млн.кубометров, из них хвойных – 470 млн.кубометров.

Свердловская область по производственному потенциалу лесного комплекса является одним из крупнейших лесопромышленных регионов России (10-е место – по за-

готовке древесины, 6-е место по производству пиломатериалов и 3-е место по производству фанеры). Наибольший удельный вес производства отрасли приходится на предприятия по обработке древесины, производству изделий из дерева и целлюлозно-бумажное производство.

Расчетная ежегодная лесосека установлена по области в размере 21,1 млн.куб.м, в т.ч. по хвойному хозяйству 7,2 млн.куб.м. При объеме отпуска леса на корню за последние годы от 5 до 8 млн.куб.м использование расчетной лесосеки по главному пользованию не превышает 30%.

Развитие рыночных отношений в условиях активного воздействия государства на процессы построения новой экономики показало неготовность лесопромышленного комплекса к быстрым изменениям конъюнктуры рынка. Решение задачи выживания предприятий, сохранения их работоспособности стали на многие годы основой управленческих действий основной массы руководителей бывших леспромхозов. Стабилизация экономики стимулирует предприятия к поиску новой стратегии - стратегии устойчивого развития. Опыт зарубежных стран, в частности Финляндии, показывает, что в новых условиях конкурентные преимущества получают те, кто избирает правильную схему поведения на рынке, соизмеряя собственные возможности с внешними угрозами, то есть реализует принципы стратегического управления.

История лесопромышленного комплекса в России показывает, что его становление и развитие на всех этапах от самодержавия до советского периода происходило в условиях работы административно-командной системы, обеспечивающей централизованное планирование при постоянном наблюдении государственных контролирующих органов. Этот период позволил в конце 80-х начале 90-х годов обеспечить повсеместный переход лесной промышленности на принципы непрерывности, неистощительности и комплексности лесопользования. А опыт работы комплексных лесопромышленных предприятий на Урале может стать серьезным фундаментом для выстраивания модели устойчивого управления в новых условиях и выхода на качественно новый инновационный вектор развития лесного хозяйства.

Новый Лесной Кодекс, вступивший в действие в прошлом году, ставит задачей пересмотр базовых основ механизма лесобеспечения российской промышленности с целью адаптации лесных отношений к рыночной среде. В то же время он сохранил массу противоречий, которые необходимо решать в процессе реализации текущей и перспективной государственной политики. Одним из основных противоречий стало сохранение государственной собственности на лесные земли при отсутствии у собственника ресурса механизма создания соответствующей рыночной инфраструктуры. Наглядным примером этого может служить ситуация, сложившаяся с созданием лесной дорожной сети. Наличие финансового обеспечения дорожного строительства натывается на неурегулированность взаимоотношений государства и лесопользователя. Аналогичная ситуация складывается при решении проблем финансирования процедуры лесоустройства. По сути собственник товара (государство) предлагает оплатить покупателю (арендатору) товар два раза. Сначала для того, чтобы собственник узнал его истинную цену, а затем для того чтобы получить товар (лесную землю) в аренду. Первым шагом на пути устранения этих перекосов должна стать адаптация к отечественным условиям развития лесного комплекса методов, инструментов и институтов, апробированных в хозяйственной практике развитых стран. Учитывая уникальность сферы использования

лесных ресурсов, лесоправление должно осуществляться с использованием принципов и методов стратегического планирования. Механизм стратегического планирования должен базироваться на рыночных принципах и обеспечивать устойчивое развитие лесного хозяйства. Важное место в структуре механизма принадлежит разработке стратегии эффективного развития на долгосрочный период. Именно разработка стратегии позволит на основе реальной и объективной оценки обосновать и выбрать наиболее рациональные направления обеспечения эффективности работы лесного комплекса, соблюдая баланс экономических, экологических и социальных интересов.

Основными инструментариями оценки текущего состояния при стратегическом планировании являются SWOT- анализ и «бенчмаркинг». Данные инструментарии позволяют с одной стороны провести анализ деловой среды, получить ясную оценку сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, исходящих из внешней среды, а с другой стороны предложить технологию выявления и внедрения в практику успешных бизнес - решений.

SWOT – анализ факторов, влияющих на реализацию инвестиционных проектов в области лесопереработки на территории Свердловской области.

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> • Богатые запасы древесного сырья • Транзитная роль между европейской и азиатской частями страны, между развивающимся сырьевым севером и индустриальным югом • Наличие всех видов транспорта и транспортной инфраструктуры • Наличие центров переработки древесного сырья, в том числе листового • Наличие региональных инвестиционных программ по обеспечению господдержки предприятий лесного комплекса • Работоспособная общественная организация «Уральский Союз лесопромышленников» • Опыт проведения добровольной лесной сертификации • Крупнейший центр подготовки и переподготовки кадров для лесного комплекса • Наличие крупной специализированной лесной сервисно-машиностроительной базы • Авторитетные проектно-конструкторские и инжиниринговые организации 	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие нормативно-технологической базы интенсивного ведения лесного хозяйства на лесных площадях, пройденных концентрированными рубками прошлых лет • Недостаточное качество учета лесных ресурсов • Отсутствие инновационных технологий в лесном хозяйстве • Возрастающая зависимость лесозаготовок от времени года • Слабо развитая внутриобластная кооперация лесопереработчиков • Отсутствие сертифицированных лесных площадей • Низкая инвестиционная активность предприятий лесного комплекса • Низкая конкурентоспособность на внешних рынках из-за больших расстояний до границы и длительных сроков поставок • Недостаточные объемы внутриобластного потребления продукции предприятий лесного комплекса • Низкий уровень развития IT-технологий в лесном комплексе • Изношенный парк машин и оборудования • Низкая производительность труда

	<ul style="list-style-type: none"> • Слабая трудовая мотивация работников • Недостаточный уровень охраны труда • Дефицит квалифицированных кадров в лесных поселках • Высокая социальная нагрузка на крупные лесоперерабатывающие предприятия
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Обеспечение в полном объеме внутриобластных потребителей продукции лесопереработки • Создание новых региональных лесоперерабатывающих предприятий • Развивающиеся рынки лесопродукции в странах Центральной и Средней Азии • Растущие объемы деревянного домостроения и производства мебели • Освоение новых технологий лесохимической и энергетической переработки древесного сырья • Использование возможностей различных видов транспорта при поставках лесопродукции • Привлечение инвестиционных возможностей при диверсификации непрофильного бизнеса • Развитая кредитно-банковская система • Использование возможностей беспошлинного ввоза оборудования для лесопереработки • Развитие горизонтальной интеграции • Формирование инновационной базы в рамках Уральского лесного технопарка • Использование целевой подготовки специалистов всех уровней по специальностям лесного комплекса 	<ul style="list-style-type: none"> • Для развития лесной инфраструктуры требуются большие финансовые вложения • Ухудшение качественного состояния лесосечного фонда • Непроработанность механизма государственного финансирования лесоустроительных мероприятий • Высокая конкуренция, рост затрат на заготовку древесного сырья • Ликвидация малых лесозаготовительных предприятий, как арендаторов лесных земель • Растущий дефицит вагонов и платформ для транспортировки леса • Постоянный рост тарифов естественных монополий • Нестабильность таможенных нормативов ВЭД • Наличие в торговом обороте незаконной и неучтенной древесины • Отсутствие механизма защиты инвестиций • Отсутствие механизма получения кредитов под залог лесных земель

Ключевая роль последующего прогноза изменения основных параметров эколого-экономической системы отводится прогнозированию объемов лесопользования и лесовосстановления, т.е. определяется качество ресурсной базы для перспективных направлений лесопромышленной деятельности. На основе проведенных работ определяется генеральная цель деятельности лесопромышленного комплекса, индикаторы его эффективного развития. Определяются соответственно выбранным индикаторам стратегия работы комплекса, стратегии по отдельным видам экономической деятельности, а

также операционные стратегии хозяйствующих субъектов. Применительно к региональной стратегии могут быть сформированы долгосрочная стратегия, определяющая качественные изменения в состоянии использования лесных земель региона за период не менее 10 лет, а также среднесрочная программа, определяющая приоритеты и механизмы государственной поддержки субъектов рынка в рамках определенного вида экономической деятельности. Наличие операционных стратегий предприятий и их доступность органам исполнительной власти определяют уровень взаимодействия и доверия между бизнесом и властью.

Следующий этап стратегического планирования предполагает формирование планов, проектов и программ, в которых конкретизируется комплекс мероприятий и их ресурсное обеспечение. Последующее формирование эффективной подсистемы выполнения стратегических планов предполагает наличие эффективной организационной структуры управления лесопромышленным комплексом. В тесной взаимосвязи с подсистемой выполнения стратегических планов находится подсистема стратегического контроля, которая должна обеспечить оперативный анализ причин отклонения от плановых показателей и генерировать мероприятия по устранению негативных влияний или корректировать стратегию в целом.

В связи с изложенным, разработка Стратегии долгосрочного развития лесного комплекса региона должна сопровождаться формированием блока среднесрочных программ, совпадающих с трехлетним бюджетным периодом. Опыт разработки среднесрочных инвестиционных программ в лесном комплексе Свердловской области включает в себя блок последовательных документов, принятых на уровне постановления Правительства Свердловской области на 2002-2005; 2006-2008; 2009-2011 годы. Ежегодный мониторинг выполнения целевых показателей программ развития лесного комплекса позволит с достаточной степенью точности определять пошаговый вектор развития лесного комплекса Свердловской области на период до 2020 года.

Набиева Ю.Р. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ),
Сысоева С.А. (УрГУПС, г. Екатеринбург, РФ)

ПРОГНОЗ ОРГАНИЗАЦИИ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ЛЕСОХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ *THE FORECAST OF SMALL BUSINESS ORGANIZATION IN THE WOOD CHEMICAL INDUSTRY*

Проблема выбора дальнейших направлений развития в лесопромышленном комплексе Свердловской области в настоящее время как никогда обострена. Для преодоления спада объемов производства лесопродукции целесообразно использовать потенциал малого предпринимательства, на который возлагают серьезные надежды руководители страны.

Однако ситуация в отраслях лесного комплекса крайне сложная. Например, составная часть лесного комплекса лесохимическое производство переживает глубокий кризис, обусловленный потерей ранее закрепленных сырьевых баз, высокими тарифами

на энергоносители и перевозку сырья. Добыча живицы хвойных пород сократилась более чем в 20 раз, производство древесного угля – более чем в 10, что повлекло за собой соответствующее сокращение производства дефицитных вторичных продуктов на их основе. Такое положение привело к низкому коэффициенту использования оборудования крупных лесохимических заводов и повышению опасности его эксплуатации.

Часть лесохимических предприятий их собственниками перепрофилирована, другие (по организационно-правовой форме хозяйствования – акционерные общества) постоянно переходят от одних владельцев контрольных пакетов акций к другим, которые эксплуатируют производства на износ, не вкладывая средств в их реконструкцию и развитие. Физический износ лесохимического оборудования достиг 70% и не обеспечивает получение дешевой, качественной и конкурентоспособной продукции даже по современным высокотехнологическим процессам. [1]

В итоге многие лесохимзаводы в стране обанкротились. Отношение предпринимателей к малому лесному бизнесу настороженное. Общеизвестно мнение производителей – при организации малых предприятий есть законодательно утвержденные ограничения (например, по количеству работников предприятия), а развертывание сложных в техническом отношении предприятий всегда связано с концентрацией производства, которая требует значительных капитальных вложений на внедрение.

Предваряя запросы производителей на рекомендации о направлениях развития малого предпринимательства, в данной статье поставлена основная задача – рассмотреть эффективность организации малых предприятий в лесохимическом производстве. До настоящего времени никто такого рода технико-экономическую задачу не рассматривал. В исследовании, по результатам которого подготовлена данная публикации, нами первыми предпринята такого рода попытка. Считаем, что наши рекомендации будут способствовать развитию малого предпринимательства в лесном комплексе Свердловской области.

Основным нормативным актом, регламентирующим малый бизнес, является Федеральный закон № 209-ФЗ «О поддержке малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 г., в котором определены следующие критерии отнесения юридических лиц к субъектам малого и среднего предпринимательства:

1. Предельное значение средней численности работников (100 чел.);
2. Суммарная доля участия Российской Федерации и ее субъектов, муниципальных образований, иностранных юридических лиц и граждан, общественных и религиозных организаций, благотворительных и иных фондов, доля участия, принадлежащая одному или нескольким юридическим лицам, не являющимся субъектами малого и среднего предпринимательства, в уставном капитале указанных юридических лиц (25%);
3. Выручка от реализации товаров (работ, услуг) без учета налога на добавленную стоимость или балансовая стоимость активов (остаточная стоимость основных средств и нематериальных активов) за предшествующий календарный год (400 млн. руб. в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 556 от 22.07.2008 г.) [2,3].

Исходя из этих условий, задача организации малых предприятий должна решаться в двух плоскостях:

- 1) установление для малого предприятия такого объема производства, который гарантирует безубыточность производства;

при установленном экономически целесообразном объеме производства уложиться в лимит численности промышленно-производственного персонала для малого предприятия и предельное значение выручки.

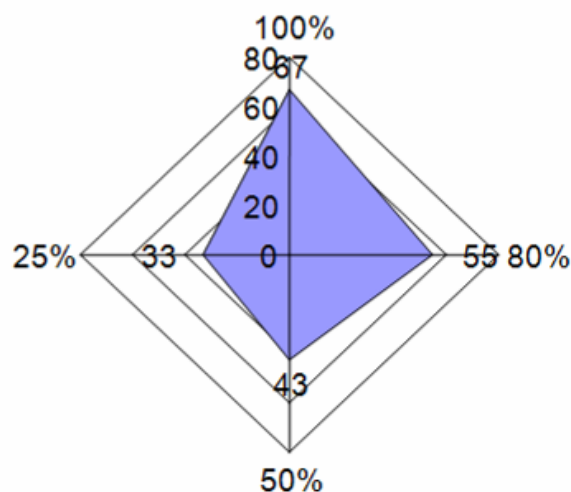
Основным этапом работы по данной теме стало применение метода проектных макетов. Под проектным макетом подразумевают виртуальный производственный хозяйствующий субъект, который функционирует при сочетании важнейших естественно-природных и организационно-технических показателей, выполняя конкретные объёмы работ или выпуская законченную продукцию. На проектном макете методом перебора рассматривают различные ситуации в хозяйственной деятельности и соответственно определяют конечные экономические показатели работы хозяйствующего субъекта. В рамках каждого макета определялись условия, при которых малое предприятие эффективно при соблюдении законодательно установленных ограничений.

При проведении расчетов приняты следующие условия:

1. Расчеты произведены на примере предприятий Свердловской области, в качестве объектов исследования выбраны предприятия, являющиеся типичными для лесного комплекса в настоящее время и отвечающие требованиям времени по уровню применяемого оборудования.

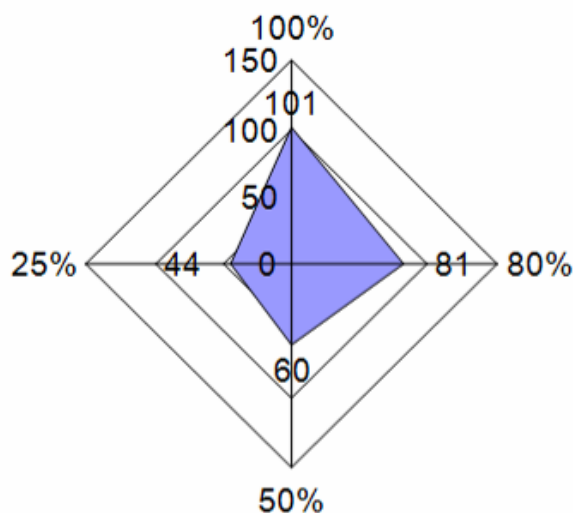
2. Особое внимание уделено выявлению условий эффективности малого предприятия при наличии и отсутствии обременений инфраструктурного характера (трансформаторная подстанция, паросиловое хозяйство, сети водопровода, канализации и т.д.).

Результаты расчетов по критерию «численность» представлены графически (рисунки 1, 2).



■ Численность ППП без обременения производственной инфраструктурой

Рисунок 1 – Зависимость численности ППП от уровня использования производственной мощности для предприятий без обременения производственной инфраструктурой



■ Численность ППП с обременением производственной инфраструктурой

Рисунок 2 – Зависимость численности ППП от уровня использования производственной мощности для предприятий с обременением производственной инфраструктурой

По результатам проведенных расчетов сделаны следующие выводы:

Если представители лесного бизнеса намерены создать малое предприятие по выпуску живичной канифоли (сопутствующая продукция скипидар) на базе одного технологического потока, то эта цель достигается при условии аренды производственных площадей. Даже в случае, когда предприятие будет выпускать продукцию при объеме производства на уровне производственной мощности, максимальная численность не превысит 70 человек (по расчету 67 человек; точность расчета $\pm 3\%$).

Анализ результатов расчета показывает что, у предприятия без обременения производственной инфраструктурой значительно меньше потребность в рабочих, занятых в энергохозяйстве, паросиловом хозяйстве и службе водоподготовки (рис.1.). На лепестковой диаграмме (рис.2.) рассмотрены условия организации малого предприятия лесохимии с собственной производственной инфраструктурой.

Вывод очевиден, при максимально возможном объеме производства численность работающих превышает лимит в 100 человек; то есть предприятие не может быть отнесено к категории малых по действующим инструктивным документам. Поэтому при намерении организации малого предприятия лесохимии собственнику следует ограничиться годовым объемом продукции в размере 75-80% от производственной мощности. При уровне использования производственной мощности меньше 70% малый бизнес в лесохимии экономически не эффективен.

Библиографический список

1. www.sumposium.forest.ru
2. Федеральный закон № 209-ФЗ «О поддержке малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 г.
3. Постановление Правительства РФ № 556 от 22.07.2008 г. «О предельных значениях выручки от реализации товаров (работ, услуг) для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства».

Папулов Е.С. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) epapulov@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЯХ

FOREST CERTIFICATION FEATURES IN THE INTERNATIONAL MARKET RELATIONS

Для того чтобы успешно конкурировать на рынке лесопродукции компании переработчики должны соответствовать требованиям потребителей. Эта закономерность работает во всех отраслях производства товаров или услуг, но не все отрасли могут иметь столько конкурирующих факторов, сколько их имеет лесная и лесоперерабатывающая промышленность. Основным фактором на данный момент является лесная сертификация, как индикатор позитивного отношения лесопромышленных компаний к социальным, экологическим и экономическим потребностям общества. А способствуют развитию лесной сертификации следующие группы заинтересованных сторон:

- потребители на экологически чувствительных рынках, в том числе в виде потребительских групп, таких как OBI, Praktiker, IKEA, «Сделай сам» и др.;
- общественные организации, такие как WWF, Greenpeace, Sozial-Ekologikal Union, UICN, Center Resource Taiga, Малые народы и сообщества и др.;
- руководители стран, которые ратифицировали различные международные соглашения, такие как FLEGT, Хельсинкский процесс по европейским бореальным лесам, Монреальский процесс по другим бореальным лесам, Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. и др.;
- организаторы и разработчики схем лесной сертификации, такие как FSC (Forest Stewardship Council) - Лесной Попечительский Совет, PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) - Программа объединения систем лесной сертификации, FCR (Forest Certification Russian) - Российский национальный совет по лесной сертификации и др.;
- аудиторские компании, такие как SGS, Smart Wood, GFA, SCAL, IMO, Русский регистр и др.

С учетом современных тенденций мирового рынка и перспектив развития российской лесной промышленности, а именно за счет экспорта продукции из древесины, необходимо отметить, что страны-импортеры активно взялись за выполнение принципов в отношении лесного хозяйства, разработанных и принятых в Рио-де-Жанейро в 1992 году, а также соответствия плану FLEGT в отношении импорта древесины. Подтверждением этому стали изменения правил экспорта лесопродукции в страны Евросоюза, Великобританию и США.

В апреле 2009 года Европарламент поддержал Законопроект об ужесточении контроля за оборотом нелегальной лесопродукции в странах ЕС. Согласно этому законопроекту лесопромышленные предприятия в Европе обязаны будут отслеживать легальность происхождения лесного сырья и лесопродукции и представлять данную информацию в компетентные органы, в том числе и по поставщикам. В случае нарушения данного законодательства предусмотрены штрафные санкции. В тоже время Европарламент готов сотрудничать с основными экспортерами древесины, в том числе и с Рос-

сией, по поводу гармонизации своего Законопроекта с законодательствами стран-партнеров.

Великобритания также весной 2009 года на законодательном уровне ограничила импорт лесопродукции, не сертифицированной по системам FSC или PEFC. Великобритания для российских лесопромышленников могла бы стать перспективным плацдармом для расширения экспорта лесопродукции, так как потенциал для развития до настоящего времени имелся, в виду небольшого количества отечественных продавцов на данном рынке. Сейчас же конкуренты, в лице Финляндии, Швеции и ряда других стран имеют большие возможности для экспорта лесопродукции в Великобританию, так как лесная сертификация в этих странах более развита.

Соединенные Штаты Америки представили наиболее жесткий документ в отношении экспортеров древесины и лесопродукции, а точнее поправки к Закону Лэйси, который был принят еще в 1900 году и изначально был направлен на предотвращение ввоза в США незаконно добытых диких животных и их частей. В предыдущей версии закона, действующей до мая 2008 года, данный акт запрещал ввоз в США растительной продукции, полученной из растений, подпадающих под действие Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры (СИТЕС), или отнесенных законами США к редким и исчезающим видам [1]. В современной редакции закона вводится запрет на импорт древесины, а также любых древесных продуктов, происхождение которых неизвестно, т.е. импортер обязан указать в таможенной декларации, в первую очередь, происхождение древесины, а также ряд других моментов, существенно обеспечивающих прозрачность данного процесса. Нарушение данного закона естественно предусматривает значительные штрафные санкции, а также уголовную ответственность именно для американских компаний импортеров. В соответствии с Законом Лэйси выделены территории по степени риска и соответственно, чем выше степень риска, тем более тщательной проверке будет подвергаться лесопродукция. Но при наличии сертификата у компании поставщика проверка проводиться не будет. Закон Лэйси уже применяется в отношении растений, круглого леса и шпона. С 1 октября 2009 года он будет распространяться на пиломатериалы, целлюлозу и древесные плиты, а с 1 апреля 2010 года – на мебель и бумагу, а также продукцию наивысшей степени переработки [2]. В настоящее время компетентные органы опасаются за наличие прецедентов нарушения закона в первую очередь со стороны экспортеров тропических лесов и поставщиков из Китая [1].

Уральский регион имеет огромные и равные возможности для экспорта древесины, как на Европейский рынок, так и на Североамериканский и Азиатский (Япония, Китай) рынки. Это связано, в первую очередь, с примерно одинаковой удаленностью от покупателей и примерно равными условиями и требованиями к лесопродукции. Но неприятный факт, констатирующий низкий уровень развития лесной сертификации, актуальное положение дел в лесном секторе, независимость от расстояний и несмотря не на что, потенциальные возможности для развития связан с японским рынком. Япония ежегодно импортирует около 3 млн. кубометров пиломатериалов сосны, две трети закупается в Финляндии, а одна треть - в России. Японцы выделяют три основные причины, по которым они переплачивают за финский продукт, имея возможности покупать все в России. Это, прежде всего, надежность и положительный имидж финских бизнесменов, наличие FSC и PEFC сертификатов и в последнюю очередь качество [2].

На фоне международных рыночных отношений, внутренний потребитель начинает проявлять интерес к сертифицированной лесопroduкции. Так, например, московские законодатели готовы принять закон, который будет обязывать поставщиков при осуществлении муниципальных поставок подтверждать высокий уровень экологической чистоты своей продукции, а также наличие лесного сертификата. Свои предложения о приоритетной закупке FSC сертифицированной продукции для строительства олимпийских объектов в Сочи направили ряд природоохранных организаций в Олимпстрой. На этом фоне ряд правительств субъектов федерации, а также крупные корпорации (ИКЕА, Альфа-Банк, Тетра Пак и др.) заявили о поддержке ответственного лесопользования и присоединились к компании по продвижению FSC сертифицированной продукции на внутреннем рынке [2].

В связи с последними тенденциями изменения политик многих государств в отношении легальности происхождения древесины российские лесопромышленники будут вынуждены пересмотреть свои приоритеты и для повышения конкурентоспособности и расширения рынка сбыта активно вступить в процесс лесной сертификации лесопромышленности и цепочки лесопоставок. В первую очередь это требуют США и Великобритания. В рыночных отношениях с Японией и 23 странами Евросоюза достаточно подтвердить легальность происхождения древесины. Лучшим способом подтверждения легальности, опять же может стать сертификация по системе FSC или PEFC, а также российская система лесной сертификации – FCR.

Требования рынка изменяются достаточно динамично, но все они будут соответствовать современному цивилизованному подходу, гармонирующему с концепцией устойчивого развития. А это значит, что именно сейчас нужно начинать работать над лесной сертификацией наших российских предприятий. Покупатели лесопroduкции могут в любой момент выставить требования о подтверждении легальности древесины. Делая вывод о конкурентоспособности на международном рынке можно сказать, что без лесной сертификации лесопромышленности или цепочки лесопоставок невозможно вообще существовать в этой нише.

Но и внутренний рынок, преобразуясь в современную, экологически направленную торговую площадку заставляет компании конкурировать друг с другом. Примером этого может послужить следующая ситуация. С принятием нового Лесного кодекса (2006 г.) и утверждением системы аукционов по продаже права на заключение договора аренды на лесные участки, взаимоотношения между лесничествами и предприятиями - лесозаготовителями становятся все больше рыночными. В таких условиях лесная сертификация становится актуальной не только в международных товарно-денежных отношениях, но и внутри страны. Добровольная лесная сертификация, как инструмент конкурентоспособности и регулирования рынка выгоден как государственным структурам, так и лесозаготовителям. Лесничества за счет сертифицированных участков могут повысить начальную цену выставяемых на торги единиц леса. Лесозаготовители могут использовать сертификацию, как элемент конкурентоспособности при прочих равных условиях. Лесопромышленники, несмотря на единственное условие, указанное в статье 78, часть 1. Лесного кодекса, гласящее, что приобретение договора аренды возможно только по результатам аукциона, путем повышения начальной цены, не должны на это обольщаться. Так как в условиях рыночной экономики и в соответствии с концепцией нового Лесного кодекса вполне целесообразно будет поднять вопрос до-

пуска к аукциону предприятий имеющих достаточные производственные мощности, соблюдающие лесное законодательство и прошедшие добровольную лесную сертификацию. Чтобы не дать развиваться недобросовестной конкурентоспособности, чтобы не возникло ситуаций с субарендой участков по спекулятивным ценам, необходимо создавать условия, которые будут выгодны только организациям, имеющим прямое отношение к лесной промышленности. И такие условия позволяет создать опять же лесная сертификация.

Сертификация лесопромышленного управления гарантирует потребителям качество управления, т.е. соответствие характеристик управления требованиям системы лесной сертификации. Сертификация цепочки лесопоставок гарантирует потребителю легальность источника лесного сырья и соответствие требованиям потребителя на всей цепочке лесопоставок от сертифицированного лесопромышленного управления до сертифицированного продукта, через сертифицированные компании по переработке, хранению, транспортировке и продаже лесного сырья и лесной продукции.

Институт качества жизни УГЛТУ предлагает сотрудничество с заинтересованными в лесной сертификации организациями.

Библиографический список

1. www.forestforum.ru – Лесной форум Гринпис России.
2. www.fcrt.ru – сайт ООО «Лесная сертификация».

Першин В.П. (ПК «Зенит», г. Екатеринбург, РФ),
Бирюков П.А., Кузьмина М.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

РЕСУРСЫ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ КАК ПРОИЗВОДНАЯ ВЕЛИЧИНА ОТ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОЗАГОТОВОК *SAW RAW MATERIALS RESOURCES AS DERIVATIVE RATE FROM THE LOGGING TECHNOLOGY*

Современному состоянию развития лесопромышленного производства в Уральском регионе свойственны: а) увеличение удельного веса малых и средних предприятий в объеме вывозки древесины; б) курс на комбинирование при повсеместном наращивании объемов лесопиления с селективным подходом к выпуску изделий деревообработки (оконные и дверные блоки, погонажные изделия, различные профили досок для отделки помещений и т.д.); в) ориентация на региональный лесной рынок; г) в дополнение к традиционной технологии переход на сортиментную заготовку древесины при аренде лесфонда; д) реализация дров и низкотоварной древесины (как правило лиственных пород) по ценам франко-склад на лесосеке; е) единичные примеры внедрения многооперационных лесосечных машин импортного изготовления. Изложенные тенденции в организации лесозаготовительного производства, его техническом оснащении и в рыночных предпочтениях проявляют себя синхронно во времени и тесно взаимосвязаны.

В данной публикации нами рассмотрен только один аспект общей проблемы повышения эффективности лесопромышленного комплекса, а конкретно – характер влияния внедрения сортиментной технологии производства на ресурсы пиловочного сырья лесного предприятия комбинированного типа.

Его актуальность предопределена в настоящее время неперенным условием обеспечения финансовой устойчивости лесного предприятия – обязательной организацией глубокой переработки древесного сырья с учетом разностороннего спроса регионального рынка на изделия из древесины. В свою очередь экономическая составляющая решения данной проблемы зависит от выхода пиловочного сырья при раскряжке хлыстов.

Переход на сортиментную технологию лесозаготовок по традиционной схеме (применение базовых образцов отечественных лесных машин и оборудования с созданием временных эстакад на лесосеке) и при использовании импортной многооперационной техники фактически означает использование «слепого» раскря хлыстов. Это обстоятельство наряду с удорожанием затрат на вывозку сортиментов из леса до нижнего склада негативно воздействует на экономические показатели деятельности предприятия. В большей степени данный недостаток проявляет себя через уменьшение выхода качественного пиловочного сырья.

В одном из структурных подразделений ПК «Зенит» выполнено исследование по оценке последствий «слепого» раскря хлыстов при сортиментной заготовке. На лесосеке хлысты после их трелевки групповым способом расчлениют на 6-ти метровые бревна и вершинную часть, которая подлежит реализации как топливные дрова.

Переход на сортиментную технологию имеет значительные преимущества по сравнению с традиционной: а) исключены из системы лесосечных машин челюстные погрузчики, так как автопоезда-сортиментовозы оснащены гидроманипуляторами; б) существенно снизились трудозатраты на нижнем складе; в) нет потребности в дорогостоящем нижнескладском оборудовании (сохранено только крановое хозяйство); д) упрощены отношения с ГИБДД (нет надобности учитывать постоянно вносимые ею ограничения на вывозку хлыстов по дорогам общего пользования).

Но наряду с указанными недостатками сортиментной технологии сразу производственники выявили снижение выхода качественного пиловочника. Общеизвестно, что фактический выход деловой древесины всегда меньше, чем по материалам отвода в рубку лесосечного фонда. После «слепого» раскря хлыстов выход деловой древесины и конкретно пиловочника на объекте изучения близки к значениям у предприятий, работающих по традиционной технологии. Но снизился выход при распиловке бревен качественных пиломатериалов; потребители пиловочника выдвинули претензии к его качеству и потребовали корректировки отпускных цен.

При анализе ситуации выполнено в 2 этапа массовое натурное обследование всех пиловочных бревен, хранящихся в ожидании распиловки или отгрузки потребителям на нижнем складе.

В специальных ведомостях исполнители указали сведения: а) место хранения пиловочного сырья на промплощадке; б) визуальная оценка каждого бревна с указанием его количественных характеристик (диаметры в верхнем отрубе и комлевой части; длина; порода; соответствие данной группы сортиментов требованиям ГОСТ); в) нали-

чие на бревне фаутных зон и зон с пороками древесины; их количественные характеристики.

При камеральной обработке результатов обследования у значительной части бревен установлено, что есть комлевая гниль, фаутные зоны, участки с недопустимыми по ГОСТ табачными сучками; заболонной гнилью, синевой, высокой степенью сбежистости в вершинной части и т.д.

Таблица 1 – Результаты обследования пиловочного сырья /I этап/

Место хранения бревен	Обследовано штук	Из них выявлено, штук				Итого
		фаутные	с гнилью и синевой	с комлевой гнилью	с чрезмерным сбегом	
1. Зона отгрузки(частичная сортировка по требованию заказчика)	60	-	-	11	13	24
2. Буферная площадка лесоцеха	110	6	-	17	24	47
2. В зоне работы крана ЛТ-62	241	-	-	57	49	106
4. Площадка хранения	169	-	10	29	35	74
Всего	580	6	10	114	121	251

Таким образом, из 580 обследованных бревен пиловочного сырья 43,2% не соответствовали требованиям ГОСТ на круглые лесоматериалы. Безусловно, выход любого вида сортиментов при раскряжке хлыстов предопределен лесотаксационными характеристиками разрабатываемых участков лесосечного фонда. В I квартале 2009 г. предприятие разрабатывало сплошными рубками лесосеки с породной формулой 8,5С1,1Б0,4Ос при среднем объеме дерева 0,62м³ и возрасте древостоев 140-160 лет.

Выход деловой древесины по факту на предприятии 79.6%. Однако многие деловые сортименты, как показало обследование, включены в соответствующие группы условно, со значительными допущениями.

При дальнейшем выполнении исследования гипотетически предположено, что раскряжка хлыстов осуществлена индивидуально. В этом случае после удаления комлевой гнили, фаутных зон или вершинного остатка длиной 1,0-1,5 м будут получены пиловочные бревна длиной 4,0 – 5,2 м, строго соответствующие требованиям ГОСТ. Для реализации идеи достаточно на нижнем складе дополнительно произвести раскряжку 6-метрового долготья.

В таблице 2 приведены вероятные результаты дополнительной производственной операции на нижнем складе (если она будет выполнена) обследованных 580 бревен пиловочника.

Таблица 2 – Результаты раскряжевки пиловочного 6-метрового долготья (с пороками древесины)

Место хранения бревен	Всего бревен, штук	В том числе подвергнуты раскряжевке, штук	Их объемы, м ³		
			Всего	После раскряжевки	
				пиловочное сырье	дрова и опилки
1. Зона отгрузки	60	24	9,84	6,18	3,66
2. Буферная площадка лесоцеха	110	47	20,68	15,78	4,90
3. В зоне работы крана ЛТ-62	241	106	41,38	27,64	13,74
4. Площадка хранения	169	74	18,50	10,86	7,64
Всего	580*	251	90,40	60,46	29,94

Примечание: *общий объем обследованных 580 бревен пиловочника равен 208,8 м³.

После раскряжевки 6-метровых пиловочных бревен объем пиловочника уменьшится с 208,8 м³ до 178,86 м³. Выход пиловочного сырья после повторной раскряжевки составил 85,7% от объема обследованных бревен.

Выход деловой древесины после I раскряжевки хлыстов методом «слепого» раскряжения равен 79,6%; после II раскряжевки долготья на нижнем складе индивидуальным способом он снизится до 68,2% (если данной процедуре подвергнуть все деловые сортаменты).

На II этапе обследования, проведенном через 3 месяца, получены очень близкие результаты.

Таким образом, при экономической оценке перехода на сортиментную технологию и «слепом» раскряжении хлыстов необходимо обязательно учитывать снижение выхода деловой древесины и уменьшение ресурсов пиловочного сырья, соответствующего ГОСТу.

Для улучшения экономических показателей работы предприятия при сортиментной технологии целесообразно организовать раскряжевку деловых сортиментов – (долготья) на нижнем складе и сортировку с учетом их предназначения и качественных характеристик. Данная мера позволит оптимизировать работу лесоцеха и ценовую политику при реализации продукции предприятия.

Прешкин Г.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) hpreshkin@usfeu.ru

К ВОПРОСУ ОБ УСТОЙЧИВОМ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИИ НА УРАЛЕ TO THE PROBLEM ON FOREST EXPLOITATION IN URALS REGION

Урал всё ещё обладает богатыми природными ресурсами, утрата которых или нерациональное использование чревато тяжёлыми социо-эколого-экономическими последствиями кризиса. В первую очередь, это относится к решению проблемы экологической безопасности. Как отмечает проф. В.Н. Старжинский, "... решение проблем

безопасности требует активного участия всех членов общества, высокого гражданского самосознания, готовности к ущемлению сегодняшних интересов, а иногда к определённому ограничению индивидуальных свобод во имя жизни человека и развития будущих поколений. Это возможно только в обществе, организованном на принципах высокой нравственности и культуры"⁴.

Проблемы экологической безопасности, по крайней мере, можно разделить на две группы - технологические и гуманитарные. Рассмотрим технологические проблемы, которые можно сформулировать как формирование путей развития прогресса посредством внедрения научных и технических инноваций, активизации динамики инвестиций в развитие рационального использования, например, лесных экосистем. Однако такой подход, являясь крайне важным, пока не является достаточным для решения кризисных проблем социально-экономического развития лесного комплекса Урала, при котором рост благосостояния граждан сопровождается существенной интенсификацией хозяйственной деятельности при неукоснительном соблюдении экологических требований лесопользования⁵.

Проанализируем перспективу одной из сегодняшних проблем. Принципиально важно осознать, что затянувшееся подвешенное состояние экономики лесопользования на Урале характеризуется, во-первых, стабильно недостаточным объёмом ведения лесосечных работ на землях государственного лесного фонда и, во-вторых, они в основном выполняются экологически несовершенными способами, в смысле ресурсосбережения⁶. Концептуальным стержнем выхода из технологического кризиса, на наш взгляд, является создание условий для оживления спроса на потребительские лесные товары и связанные с ними услуги. Расчётная лесосека уральского региона позволяет увеличить объём цивилизованного ведения лесосечных работ и одновременного адекватного воспроизводства лесов хотя бы в 3-4 раза. Государство, как собственник лесов, обязано быть инициатором региональной инвестиционной комплексной программы развития природопользования, включая создание современных объектов лесопользования, воспроизводства и переработки древесины на лесобумажные продукты с высокой добавленной стоимостью [1,2]. Утверждённый на перспективу Лесной план Свердловской области до 2017 года даже в первом приближении не ставит такую задачу [3].

Для разработки такой антикризисной программы как минимум требуются новые нормативы и достоверная информация, необходимые для экономической оценки мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство, охрану и защиту лесов, повышение их продуктивности и устойчивости. "Не имея этих данных, - отмечает директор Уральской экспедиции "Запсиблеспроект" В.А. Сенаторов, - трудно, даже невозможно планировать развитие того же лесопромышленного комплекса, других видов деятельности, связанных с лесом".⁷ Далее, трудно не согласиться с его выво-

⁴ Старжинский, В.Н. Проблемы подготовки специалистов для лесопромышленного комплекса и лесного хозяйства в области безопасности жизнедеятельности [Текст] / В.Н. Старжинский //Участие ВУЗа в реализации приоритетных национальных проектов России: матер. науч.-метод.конф. с междунар. участием. - Екатеринбург: изд-во Урал. гос. лесотехн. ун-та, 2007. - с.32 - 37.

⁵ Ковалёв, Р.Н., Прешкин Г.А. О стратегии устойчивого лесопользования на Урале [Текст] / Р.Н. Ковалёв, Г.А. Прешкин // Вестник Московского государственного леса - Лесной вестник, 2008, № 3(60). - с. 44-46.

⁶ Герц, Э.Ф., Иванов, В.В. Экономическая оценка хозяйственного ущерба, возникающего от проведения несплошных рубок Урале [Текст] / Э.Ф. Герц, В.В. Иванов //Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2008, № 3(60). - с. 171-177.

⁷ Сенаторов, В.А. Лесоустройство на распустье [Текст] / Областная газета, Екатеринбург, 2009, 10 июня

дом о том, что у собственника лесов - государства в лице Правительства Свердловской области, "чёткого механизма проведения лесоустройства нет и, если этот механизм не появится в ближайшее время, то есть угроза, что государство постепенно утратит контроль над своей собственностью". Как гласит основное закон нашей страны - собственниками природных ресурсов, включая лесные, являются граждане России. А государственные органы от лица народа обязаны осуществлять эффективное управление этим национальным богатством. Государственная система управления лесами, направленная на увеличение устойчивого лесного дохода, век тому назад была самодостаточна, обеспечивала охрану лесов от пожаров и расхищения, регулирование лесопользования, воспроизводство лесов независимо от форм собственности. Последние два десятилетия российское государство резко снизило своё присутствие на лесном рынке и как собственник практически утратило управление использованием лесов. Низкие ставки попённой платы способствуют росту ущерба лесам от незаконных рубок под видом санитарных, наносящих урон национальному природному ресурсу.

Государственной рыночной системе, движущей силой которой является стремление к максимальному извлечению прибыли от результатов труда, внутренне не приуще стремление к защите окружающей среды и сохранению всех видов ресурсов. Хотя природные ресурсы остаются в государственной собственности, отдельные узкие круги лиц (при пассивности основной части "хозяев природных ресурсов") создают "законные пути" получения для себя прав распоряжаться природными ресурсами и объектами. Получив такое право, хапуги реализуют природные ресурсы за рубежом, оставляя там добытые доходы, тем самым снижают уровень ресурсообеспечения отечественных потребителей и при этом не несут ответственность за экологические последствия от изъятия ресурсов. Пассивной части населения предоставлено "право" пользоваться гораздо худшими условиями жизнеобеспечения ввиду законного отсутствия ренты от использования государственных природных ресурсов. Аналогичная кризисная картина ждёт своё время для проявления на рынке возобновимых лесных ресурсов, ценность которых много больше российских минерально-сырьевых ресурсов⁸.

Поэтому правительству Свердловской области понимает и императивно осознаёт свою ведущую роль собственника в разработке программы антикризисных мероприятий в части цивилизованного и эффективного использования экономических возможностей уральских лесов при рачительном сохранении природной среды с соблюдением федеральных и собственных законодательных актов.

Что касается количества и качества полномочных функций государственных и негосударственных контролирующих природоохранных органов, то их более чем достаточно для контроля и надзора за экологической и экономической деятельностью хозяйствующих субъектов лесного комплекса. По сути, сейчас, при недостаточном объёме лесопользования, их организационно-правовая и экономическая роль для региона ничтожна из-за несогласованности действий и разобщенности целей деятельности (государственная лесная инспекция, экологическая милиция, муниципальная лесная инспекция, прокурорский надзор и экологический общественный контроль за охраной природы). У семи государственных нянек - государственное дитя без глаза. Поэтому

⁸ Кондратьев, К.Я, Лосев, К.С., Ананичева М.Д., Чеснокова, И.В. [Текст] /К.Я. Кондратьев [и др.] Баланс углерода в мире и в России // Изв. РАН. Сер. географ., 2002. №4 .- с. 7-17

вопросы ответственности по иерархии органов администрирования, охраны и надзора за эффективным управлением национальным лесным природным капиталом предлагается, используя зарубежный опыт, рассматривать на съездах региональной ассоциации лесничих с привлечением заинтересованных неправительственных общественных организаций.

Отражение деструктивной лесной политики на Урале, как субъекте Российской Федерации, сказывается на состоянии подготовки кадров для лесного комплекса, престижности работы на предприятиях лесных отраслей. Так, к примеру, сейчас контингент ведущего лесоинженерного факультета в подавляющем числе представляют студенты, их более половины. Раньше юноши составляли студенческую основу этого факультета, а сейчас у многих из них не хватает дисциплины и чувства ответственности перед собой и родителями за порученное дело - прилежную учёбу. Это свойство личности, например, не поздно изначально обрести, закалить за период службы в российской армии, а затем приступать к нелёгкому труду студента по овладению профессиональными знаниями специалиста новой формации. Кризис в подготовке высококвалифицированных кадров для различных уровней управления, соответственно, вызывает трудности в формировании резерва лидеров, способных успешно управлять ключевыми подразделениями отраслей лесного комплекса (кроме лесохозяйственного направления) [4].

Кризисная ситуация конечна, она должна оказать определённое положительное воздействие на УГЛТУ, поскольку со временем всё большее количество студентов желает пройти обучение с целью получения степени магистра. Возрастёт спрос на различные курсы повышения квалификации в области бизнес-образования лесотехнического направления, поскольку специалистам потребуется приобрести новый профессиональный уровень для того, чтобы увеличить свои шансы на трудоустройство в конкурентном рынке труда, улучшить своё резюме.

Чтобы быть готовым к преодолению кризисных явлений следует отделить устаревшие и, наоборот, перспективные элементы системы использовать для формирования ядра двухуровневой системы высшего профессионального образования "бакалавриат-магистратура" [5]. Так в УрГЭУ, например, принимаются энергичные меры к ограничению расходов на содержание непрофильных технологических специальностей. Многолетнее топтание России у дверей мирового образовательного сообщества заканчивается.

Определённое место в программе осознания лесопользователями своего места по отношению к природе отведено высшему профессиональному образованию, которое является важным косвенным фактором в решении экологических проблем. Решение вопросов экологических проблем экономики лесопользования невозможно без духовных изменений в человеке - выпускнике нашего образовательного учреждения, без которых бессмысленно ожидать радикального изменения его поведения по отношению к природе.

Лес, как явление природы, одновременно является потенциальным природным капиталом - недвижимостью, которая, как всякий экономический актив, требует расходов на его экономическую оценку, содержание и воспроизводство. Экономическая оценка лесных ресурсов производится в составе природного объекта, представляющего собой пространственно ограниченную совокупность природных ресурсов, имеющую

фиксированную границу, площадь, местоположение, правовой статус и другие характеристики. Лесные ресурсы в составе природных объектов могут выполнять различные функции, поэтому социо-эколого-экономическая оценка природных объектов и их природных ресурсов должна осуществляться с учетом всех выполняемых ими функций и возможных направлений использования [6]. Эта оценка должна найти своё более полное отражение в составе кадастровых описаний земельных участков различного функционального назначения.

На данном этапе развития лесного комплекса многие отмечают наличие обезлесенных территорий, заброшенных лесных посёлков, зарастание малоценными древесными породами некогда продуктивных уральских хвойных лесов, а также недостаточный лесоперерабатывающий потенциал [3,7].

Расчётная лесосека в стране осваивается лишь на 10%, в Уральском регионе - около 30% [8]. Большая часть существующих концепций устойчивого развития и организации социосистем лишь кажутся реалистичными. В действительности они представляют собой перечень научно не обоснованных положений, хорошо продуманную цель подчинения одних государств другим. Поэтому попытка внедрения положений устойчивого развития в России (отдельно взятой стране) в существующем его понимании принесёт ей вред, поскольку обуславливает снижение уровня промышленного развития страны, отставание её благосостояния от промышленно развитых стран. Имеется ввиду свойственная российским социосистемам инерционность развития, поэтому на текущем этапе индустриального развития лесного комплекса ставится вопрос так: для сохранения статуса лесной державы Россия и Средний Урал не могут и не должны сокращать производство и потребление древесных ресурсов. Наоборот, необходимо рациональное лесопользование увеличить в несколько раз во избежание потери товарных свойств эксплуатационных древесных запасов при адекватном воспроизводстве лесных ресурсов. Задача бережного отношения к использованию природных ресурсов должна решаться преимущественно за счёт глубокой переработки древесного сырья, сокращения экспорта лесных продуктов с низкой добавленной стоимостью, энергоёмкой продукции, производство которой сопровождается значительным уровнем загрязнений и диссипацией вещества, энергии и информации (знаний).

Сейчас лесной комплекс страны и Урала малоэффективен по всем статьям, всё это говорит о том, что объёмы лесопользования необходимо увеличивать в 3-10 раз для производства лесных продуктов с высокой добавленной стоимостью и поставки их, прежде всего на внутренний, а затем на рынки стран СНГ и дальнего зарубежья. Выход из, казалось бы, неразрешимых проблем возможен за счёт привлечения к управлению социально ответственного авангарда в лице учёных и прогрессивно мыслящих политических деятелей областной Думы. Им предстоит инициировать переход на иную парадигму развития отраслей лесного комплекса, отвечающую принципам новой экономики, при которой целесообразность инвестирования в процессы развития нашего общества должны совпадать с темпами роста продуктивности и развития эксплуатируемых экосистем.

Трансформация Уральского региона в современный лесопромышленный опорный край, видится в реализации лесного комплекса федерального значения, например, в составе проекта "Урал промышленный - Урал полярный", гарантом осуществления которого по праву является правительство Свердловской области. Реализация таких

лесопромышленных инвестиционных проектов выразится в создании рабочих мест, росте потребности в подготовке высококвалифицированных кадров различных специальностей, в том числе лесотехнического профиля.

Библиографический список

1. Починков, С.В. Экономические основы устойчивого лесопользования: Эффективное освоение и воспроизводство лесных ресурсов [Текст] / С.В. Починков: монография. - СПб: ПРОФИКС, 2007
2. Бутко, Г.П., Раменская, Л.А. Повышение инвестиционной привлекательности предприятий лесного сектора на основе инновационного развития [Текст] / Г.П. Бутко, Л.А. Раменская // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2007, № 8(57). - с.112-118.
3. Лесной план Свердловской области на 2009 - 2018 годы [Текст]: утв. указом губернатора 29.12.2008 г. № 1370-УГ, Екатеринбург, 2009.- 670 с.
4. Потехин, Б.А. Опыт и уроки подготовки магистров на ЛМФ УГЛТУ [Текст] / Б. А. Потехин // Участие ВУЗов в реализации приоритетных национальных проектов России: матер. науч.- метод. конф. с междунар. участием. - Екатеринбург: изд-во Урал. гос. лесотехн. ун-та, 2007. - с. 26-28.
5. Булдаков, С.И., Куцубина, Н.В., Мишин, С.А. Задачи УГЛТУ по введению в действие государственных образовательных стандартов третьего поколения [Текст] / С.И. Булдаков, Н.В. Куцубина, С.А.Мишин // Участие ВУЗов в реализации приоритетных национальных проектов России: матер. науч.-метод. конф. с междунар. участием. - Екатеринбург: изд-во Урал. гос. лесотехн. ун-та, 2007. - с. 8-14.
6. Яндыганов, Я.Я. Природно-ресурсный потенциал региона (оценка и использование) [Текст]/ Я.Я. Яндыганов: монография.- Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2000.
7. Прешкин, Г.А. О стратегии устойчивого лесопользования на Урале [Текст] / Р.Н. Ковалёв, Г.А.Прешкин //Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2008, № 3(60). - с. 44-46.
8. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2007 году [Текст].- Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. ун-та, 2008.- с. 92-95.

Хаматуллина С. Р. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) rkv@usfeu.ru

СТИМУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА *THE STIMULATION OF SMALL-SCALE BUSINESS DEVELOPMENT*

В настоящее время очень много говорится о необходимости развития в России малого и среднего бизнеса. На наш взгляд, для эффективного функционирования предприятий малого и среднего бизнеса необходимо дальнейшее развитие законодательной и нормативной базы, регулирующей их деятельность и учитывающей специфику малого предпринимательства. Совершенствование законодательной базы и правового регулирования предпринимательской деятельности через систему законов прямого дейст-

вия позволит создать условия, способствующие свободе предпринимательства и устранению административного вмешательства в деятельность субъектов малого бизнеса. Предоставление равных условий всем хозяйствующим субъектам для входа на рынок, устранение административных барьеров, регламентация контролирующих функций государства, усиление государственной поддержки предпринимателей должны стать главными составляющими законотворческой деятельности государства, направленными на активизацию предпринимательской деятельности в России.

Для роста числа новых малых и средних предприятий, увеличения объемов выпуска продукции, продаж и оказания услуг действующими малыми предприятиями необходимо скорейшее и резкое уменьшение налоговой нагрузки, прежде всего для начинающих предпринимателей. В этих целях надо применять кардинальные меры — вплоть до введения налоговых каникул на первые два (адаптационных) года работы для новых производственно-инновационных, строительных, «офицерских», «инвалидных» малых предприятий, а также для социального малого предпринимательства — медицинских центров, учебных заведений, библиотек и т.п.

Целесообразны дальнейшие упрощение системы налогообложения для малых предприятий и разработка для предпринимателей и юридических лиц, относящихся к категории малого бизнеса, упрощенных форм налоговых деклараций. Имеет смысл отменить требование обосновывать необходимые расходы при расчете налогооблагаемой базы, поскольку для этого надо содержать немалый штат бухгалтеров.

Особого внимания заслуживает проблема стимулирования развития малых и средних предприятий в лесном и сельском хозяйстве. В этой связи предлагается:

- внести изменения в Гражданский кодекс Российской Федерации, определяющие правовой статус крестьянских фермерских хозяйств как особую форму частной семейной собственности;
- принять закон «О фермерском хозяйстве» и пересмотреть действующий механизм оборота сельскохозяйственных земель. Запретить местной администрации устанавливать минимальный размер участка, необходимый для выкупа при организации фермерского хозяйства. Дать возможность людям среднего достатка организовать семейные хозяйства;
- внести в Государственную Думу ФС РФ предложение об изменении земельного налога. Установить максимальную ставку платы за землю 0,2 % от стоимости земли. Налоговым периодом определить год.

Налоги с малого бизнеса должны полностью поступать в региональные и местные бюджеты. Тем самым регионы будут заинтересованы в сборе таких платежей и, следовательно, в развитии малого бизнеса. В то же время предельные ставки налогов на малые предприятия должны быть зафиксированы на федеральном уровне. В этом случае малый бизнес будет защищен от излишнего давления в регионах.

Библиографический список

1. О роли налогообложения в развитии малого и среднего предпринимательства. Обзор материалов “круглого стола” в г. Костроме 15-17 октября 2008//Финансы. – 2008. - №11. – с.32-34.
2. Малис Н.И. Налоговый аспект государственной поддержки малого бизнеса//Н.И. Малис//Финансы. – 2008. - №6. – с.41-45.

Хотянович А.И. (БГТУ, г. Минск, РБ) Khotyanovich@rambler.ru

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА С ПРИМЕНЕНИЕМ
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**
*THE OPTIMIZATION OF FUND FOREST HARVESTING WITH
APPLICATION OF MAPINFO*

Экологический и ресурсный потенциал лесного фонда напрямую зависит от своевременного и полного освоения планируемых лесоустройством территорий. Условия, в которых функционируют предприятия, осуществляемые лесопользование в Республике Беларусь, характеризуются ежегодным увеличением размера расчетной лесосеки, объемов рубок ухода и несплошных санитарных рубок. В то же время дефицит средств на обновление парка лесозаготовительных машин, не высокая стоимость круглых лесоматериалов и значительные эксплуатационные затраты обуславливают необходимость поиск внутренних резервов повышения эффективности лесозаготовительно-го производства.

Анализ используемых в отрасли принципов планирования лесопользования и обзор печатных работ по данной тематике выявили возможность концентрации лесосек, т. е. освоения максимально возможного числа лесосек на единице площади лесфонда [1].

Данный подход позволит:

- снизить себестоимость заготовки 1 м³ древесины за счет увеличения годовой выработки на лесозаготовительную технику;
- сократить затраты на строительство и эксплуатацию лесотранспортной сети за счет назначения лесосек в рубку с условием их тяготения к ограниченному числу дорог;
- увеличить степень комплексного использования древесного сырья благодаря созданию условий для экономически оправданной утилизации низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок;
- улучшить социальные условия труда и повысить уровень контроля и управления производством.

На основании анализа природно-производственных условий ряда лесохозяйственных предприятий страны и оценки концентрации лесосек по предлагаемому в работе [2] показателю разработана классификация лесозаготовительных условий, согласно которой при значении отношения суммарной площади лесосек в квартале к площади этого квартала до 33 % степень концентрации лесосек считается низкой, если данное отношение находится в диапазоне 33–66 %, степень концентрации лесосек будет средняя, высокая степень концентрации лесосек будет характеризоваться значением отношения более 66 %.

Решение задачи концентрированного освоения лесосечного фонда предполагает ряд этапов.

1. Установление возможности проведения сплошных и несплошных рубок главного пользования и рубок ухода в рамках конкретного ревизионного периода с учетом организационно-технических элементов каждой категории лесопользования.

2. Формирование вариантов совместного осуществления рубок главного и промежуточного пользования в квартале в каждый год ревизионного периода.

3. Выбор варианта лесопользования, удовлетворяющего принятому критерию оптимальности или совокупности критериев при соответствии объемов рубок размеру расчетной лесосеки.

Многофакторность данной задачи обуславливает необходимость использования при выборе оптимального решения современных методов математического описания и компьютерного моделирования.

Среди широко используемых в отрасли компьютерных программ интерес представляют географические информационные системы (ГИС), имеющие обширные функциональные возможности всестороннего анализа пространственно распределенных объектов и наглядно демонстрирующие не только конечный, но и промежуточные результаты вычислений.

В Беларуси создана и используется в лесхозах отечественная географическая информационная система «Лесные ресурсы» [3]. Современное лесоустроительное проектирование в республике осуществляется на базе всемирно известной геоинформационной системы MapInfo. Начато распространение в опытные лесхозы республики созданной на основе этой программы технологии формирования цифровых моделей лесхозов ForMode.

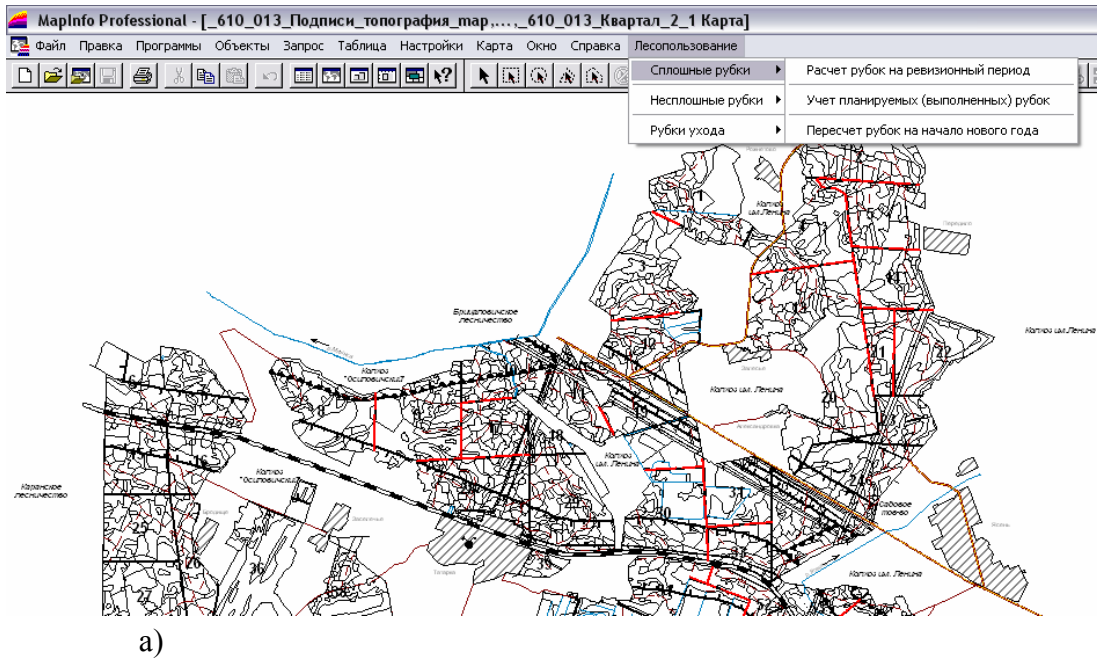
В настоящее время географическая информационная система MapInfo Professional является признанным лидером в области цифрового картографирования. В дополнение к традиционным для систем управления базами данных функциям, MapInfo позволяет собирать, хранить, отображать, редактировать и обрабатывать картографический материал, с учетом пространственных отношений между объектами [4].

С учетом функциональных возможностей и перспектив развития отраслевой ГИС информационной основой разрабатываемого программного обеспечения для планирования и организации своевременного и рационального освоения лесосечного фонда, оперативного управления транспортными системами, в том числе и с применением современных навигационных систем, была выбрана географическая информационная система MapInfo Professional.

Для установления возможности проведения рубок главного или промежуточного пользования в конкретный год ревизионного периода на основании опубликованных в работе [1] алгоритмов в ГИС MapInfo выполняется сравнение расчетных значений возраста древесных пород каждого древостоя с нормативными величинами возраста начала и окончания рубок для этих условий, а также учитываются все организационно-технические элементы планируемых мероприятий.

На рисунке 1, а представлена карта лесфонда лесничества, для условий которого через меню «Лесопользование» осуществляется расчет трех видов рубок на ревизионный период, а также предусмотрены учет разработанных лесосек, добавление информации по новым выделам и пересчет параметров каждой рубки на очередной год. Результаты расчета имеют вид таблицы, где поля «Y_2003» ... «Y_2012» – это годы реви-

зионного периода, а значения, содержащиеся в этих полях, представляют собой возраст главной древесной породы в конкретном древостое (рисунок 1, б).



а)

ForestCode	Ilum_vd	Area_vd	Ilum_kv	Area_kv	Y_2003	Y_2004	Y_2005	Y_2006	Y_2007	Y_2008	Y_2009	Y_2010	Y_2011	Y_2012	Вид рубки
38 533	2	5,3	1	145	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Сплошная
38 534	3	2,8	1	145	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Сплошная
38 540	9	1,7	1	145	0	61	62	63	64	65	66	67	68	69	Сплошная
38 542	11	1	1	145	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Сплошная
38 554	23	0,6	1	145	56	57	58	59	60	0	0	0	0	0	Сплошная
38 579	48	1,2	1	145	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	Сплошная
38 582	51	0,6	1	145	0	61	62	63	64	65	66	67	68	69	Сплошная

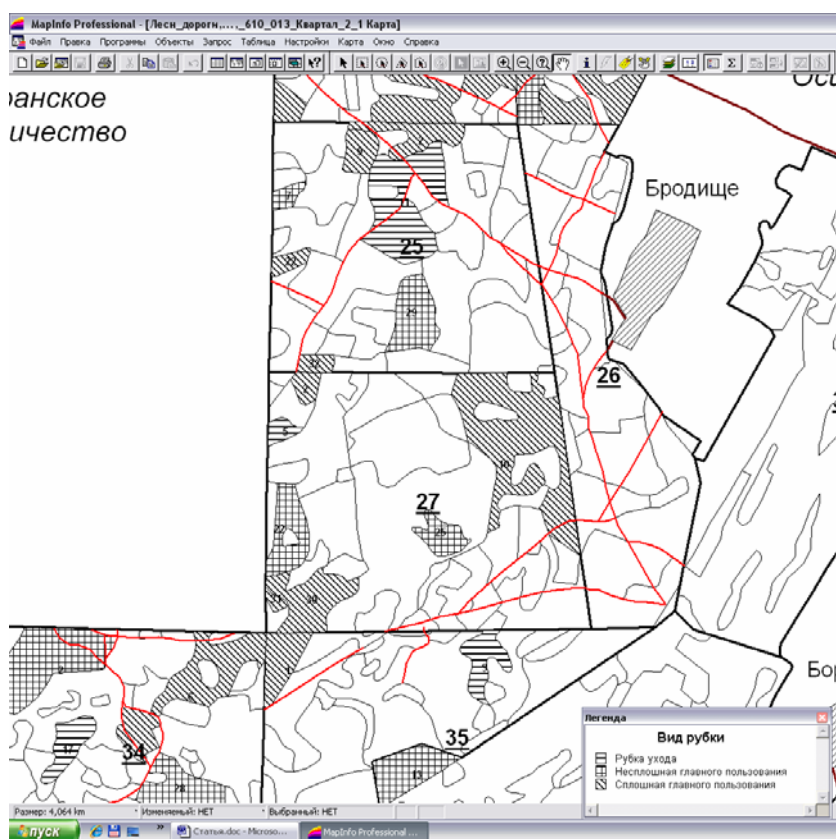
б)

Рисунок 1 – Карта лесфонда лесничества (а) и таблица результатов расчета сплошных рубок на ревизионный период (б)

В результате вычислений создается карта лесничества с обозначением выделов, в которых планируются различные рубки (рисунок 2, а) и сводная таблица значений возраста главной породы на выделе в различные годы ревизионного периода (рисунок 2, б).

На следующем этапе осуществляется формирование вариантов совместного проведения сплошных и несплошных рубок в квартале. В процессе создания таких вариантов рубок посредством диалога можно выбрать один из трех предлагаемых режимов лесопользования: *равномерный*, *концентрированный* и *равномерно-концентрированный*.

Равномерный режим лесопользования обеспечивает минимальное отклонение площади годового лесопользования от среднего значения площади лесопользования в квартале за весь период его освоения. Данный режим характеризуется максимальным числом лет освоения квартала.



а)

ForestCode	Num_vd	Area_vd	Num_kv	Area_kv	Y_2003	Y_2004	Y_2005	Y_2006	Y_2007	Y_2008	Y_2009	Y_2010	Y_2011	Y_2012	Вид рубки
39 766	29	4,3	25	102	61	0	0	64	0	0	67	0	0	70	Несплошная
39 744	7	0,9	25	102	0	64	0	0	0	68	0	0	0	0	Несплошная
39 748	11	9,2	25	102	0	0	37	0	0	0	10	0	0	0	Рубка ухода
39 769	32	1,0	25	102	95	96	97	98	99	100	0	0	0	0	Сплошная
39 746	9	2,0	25	102	65	66	67	68	69	70	0	0	0	0	Сплошная
39 739	2	3,0	25	102	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	Сплошная
39 759	22	0,9	25	102	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	Сплошная
39 830	25	2,1	27	121	0	82	0	0	85	0	0	88	0	0	Несплошная

б)

Рисунок 2 – Карта лесфонда лесничества с обозначением мест рубок (а) и таблица значений возраста главной породы на выделе в различные годы ревизионного периода (б)

В случае концентрированного лесопользования обеспечивается минимальное число лет освоения квартала.

Третий (равномерно-концентрированный) режим лесопользования подразумевает, на первом этапе, выбор сплошных рубок, для которых число лет освоения квартала будет минимальным, далее уже с учетом параметров несплошных рубок формируется выборка, удовлетворяющая условию равномерного лесопользования.

Диалог выбора режима лесопользования представлен на рисунке 3. Обязательным условием является выбор одного режима для всех кварталов, в которых планируется лесопользование. Иной режим может быть выбран после того, как будут рассмотрены все кварталы на предмет формирования вариантов рубок в соответствии с ранее заданным режимом.

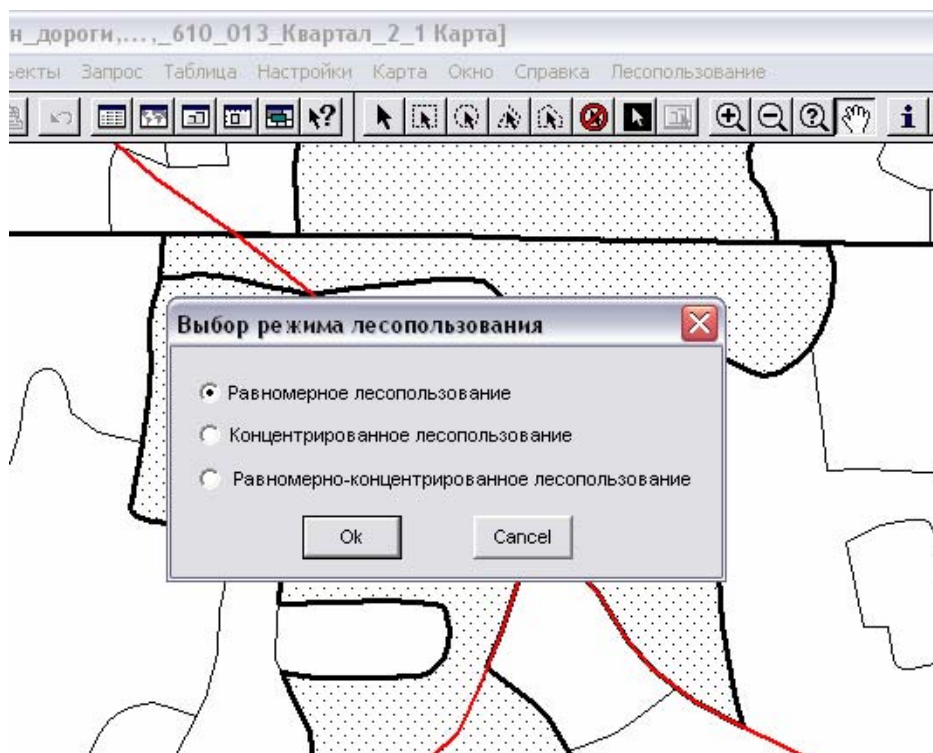


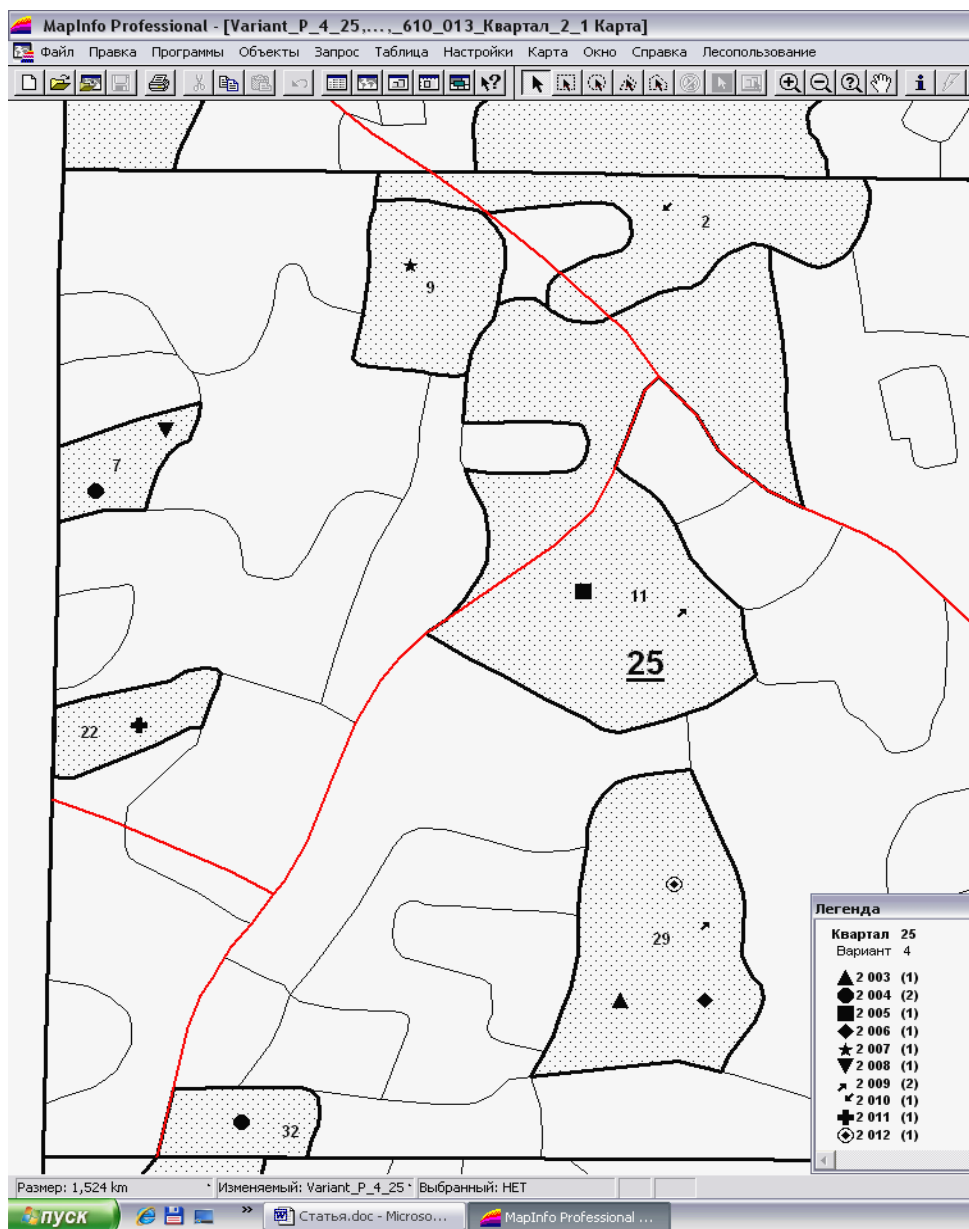
Рисунок 3 – Диалог выбора режима лесопользования

На рисунках 4 и 5 представлены по одному варианту совместного планирования главных и промежуточных рубок при реализации равномерного и концентрированного режимов лесопользования соответственно. Рисунки содержат квартал лесничества с обозначением планируемого года освоения каждого выдела и таблицу характеристик этих выделов.

Практика подобных расчетов показывает, что в квартале, как правило, формируются несколько вариантов одного режима лесопользования. Этот факт позволяет уже с учетом межквартальных комбинаций различных вариантов лесопользования принимать комплексные решения в целом по лесосечному фонду, в том числе и с учетом характеристик существующей лесотранспортной сети.

В настоящее время при лесоустроительном проектировании элементы лесотранспортной сети и доступность участков лесопользования описываются в соответствии с требованиями, изложенными в [5]. Наличие данной информации позволяет формировать электронную базу данных (БД) «Лесотранспортная сеть», на основании которой можно выполнить расчеты показателей, характеризующих транспортную доступность лесосек. Такими показателями могут быть грузонапряженность дороги и удельная протяженность лесотранспортных путей.

Учитывая тот факт, что чем больше грузонапряженность, тем прочнее должна быть конструкция дороги, по информации БД «Лесотранспортная сеть» с использованием ГИС MapInfo появляется возможность устанавливать соответствие характеристик используемых транспортных путей условиям их эксплуатации и осуществлять планирование работ по содержанию и ремонту дорожной сети. В настоящее время решаются вопросы учета при наборе годового лесосечного фонда размера расчетной лесосеки и обеспечения тяготения ежегодно осваиваемых лесосек к ограниченному числу дорог.



а)

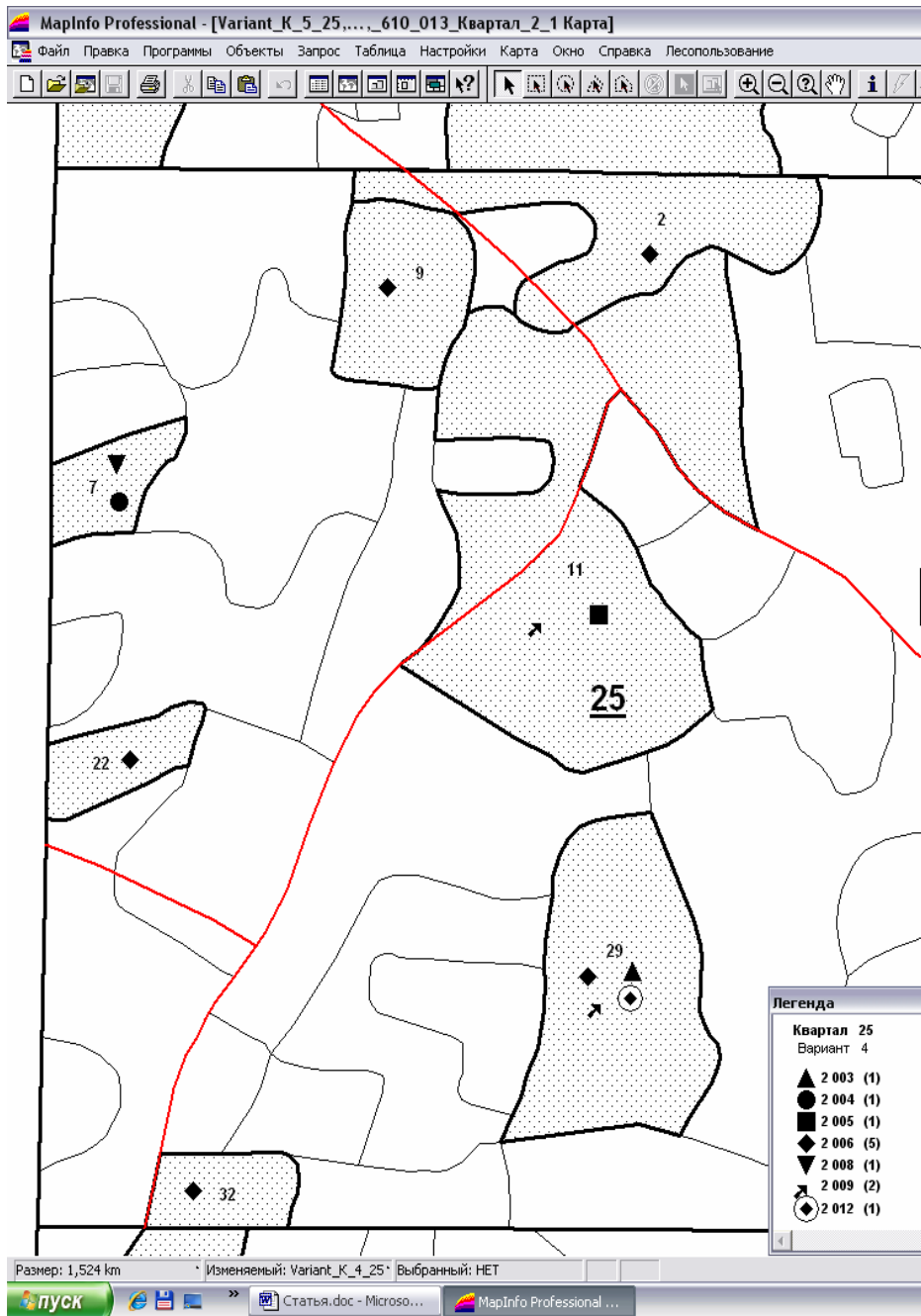
MapInfo Professional - [Variant_P_4_25 Список]

Файл Правка Программы Объекты Запрос Таблица Настройки Список Окно Справка Лесопользование

	Variants_kv	ForestCode	Num_vd	Area_vd	Num_kv	Area_kv	CutYear	Вид_рубки
<input type="checkbox"/>	4	39 766	29	4,3	25	102	2 003	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 766	29	4,3	25	102	2 006	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 766	29	4,3	25	102	2 009	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 766	29	4,3	25	102	2 012	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 744	7	0,9	25	102	2 004	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 744	7	0,9	25	102	2 008	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 748	11	9,2	25	102	2 005	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 748	11	9,2	25	102	2 009	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 769	32	1	25	102	2 004	сплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 746	9	2	25	102	2 007	сплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 739	2	3	25	102	2 010	сплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 759	22	0,9	25	102	2 011	сплошная

б)

Рисунок 4 – Равномерный режим лесопользования: а – квартал лесничества с обозначением планируемого года освоения каждого выдела; б – таблица характеристик выделов



а)

MapInfo Professional - [Variant_K_4_25 Список]

Файл Правка Программы Объекты Запрос Таблица Настройки Список Окно Справка Лесопользование

	Variants_kv	ForestCode	Num_vd	Area_vd	Num_kv	Area_kv	CutYear	Вид_рубца
<input type="checkbox"/>	4	39 766	29	4,3	25	102	2 003	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 766	29	4,3	25	102	2 006	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 766	29	4,3	25	102	2 009	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 766	29	4,3	25	102	2 012	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 744	7	0,9	25	102	2 004	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 744	7	0,9	25	102	2 008	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 748	11	9,2	25	102	2 005	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 748	11	9,2	25	102	2 009	несплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 769	32	1	25	102	2 006	сплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 746	9	2	25	102	2 006	сплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 739	2	3	25	102	2 006	сплошная
<input type="checkbox"/>	4	39 759	22	0,9	25	102	2 006	сплошная

б)

Рисунок 5 – Концентрированный режим лесопользования: а – квартал лесничества с обозначением планируемого года освоения каждого выдела; б – таблица характеристик выделов

Библиографический список

1. Федоренчик, А. С. Теория и методика концентрации лесосечного / А. С. Федоренчик, А. И. Хотянович // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2007. – Вып. XVI. – С. 20–26.
2. Хотянович, А. И. Показатели оценки эффективности лесопользования с применением геоинформационных систем / А. И. Хотянович // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообработ. пром. – 2007. – Вып. XV. – С. 42–46.
3. Атрощенко, О. А. Дистанционные методы зондирования лесов и геоинформационные системы в лесном хозяйстве / О. А. Атрощенко, И. В. Толкач. – Минск: БГТУ, 2003. – 375 с.
4. Герасимов, Ю. Ю. Геоинформационные системы / Ю. Ю. Герасимов, С. А. Кильпеляйнен, Г. А. Давыдков. – Йознсуу, 2001. – 201 с.
5. Рабочие указания по подготовке карточек таксации для обработки на персональном компьютере: утв. М-вом лесного хозяйства Респ. Беларусь 05.04.05. – Минск: РУП «Белгослес», 2005. – 66 с.

Бессонов А.Б., Хаматдинов М.А. (УГЛТУ, Екатеринбург, РФ)

Alexey.Bessonov@usfeu.ru

**АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОСТОЯНИЯ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ**
*ACTUAL ASPECTS OF THE CONDITION OF THE TIMBER INDUSTRY
COMPLEX OF RUSSIA*

Исходными данными анализа текущего состояния лесопромышленного комплекса являются относительные приросты производственных показателей по отдельным видам деревообрабатывающей деятельности за период 2006 – 2008 гг., представленные Федеральной службой государственной статистики в виде процентных отношений к среднемесячным значениям 2005 г. (см. рисунок).

Проведенный регрессионный анализ позволил определить коэффициенты роста отдельных обрабатывающих производств лесопромышленного комплекса России (таблица).

Таблица – Коэффициенты роста

Производства	Периоды		
	2006 – апр. 2008	2006 – авг. 2008	2006 – дек. 2008
Распиловка и строгание древесины, пропитка древесины	1,55	0,70	0,31
Производство шпона, фанеры, плит и панелей	0,84	0,67	0,39
Производство деревянных строительных конструкций и столярных изделий	1,55	1,86	1,82

Динамика обработки древесины и производства изделий из древесины
% к среднемесячному значению 2005 г.

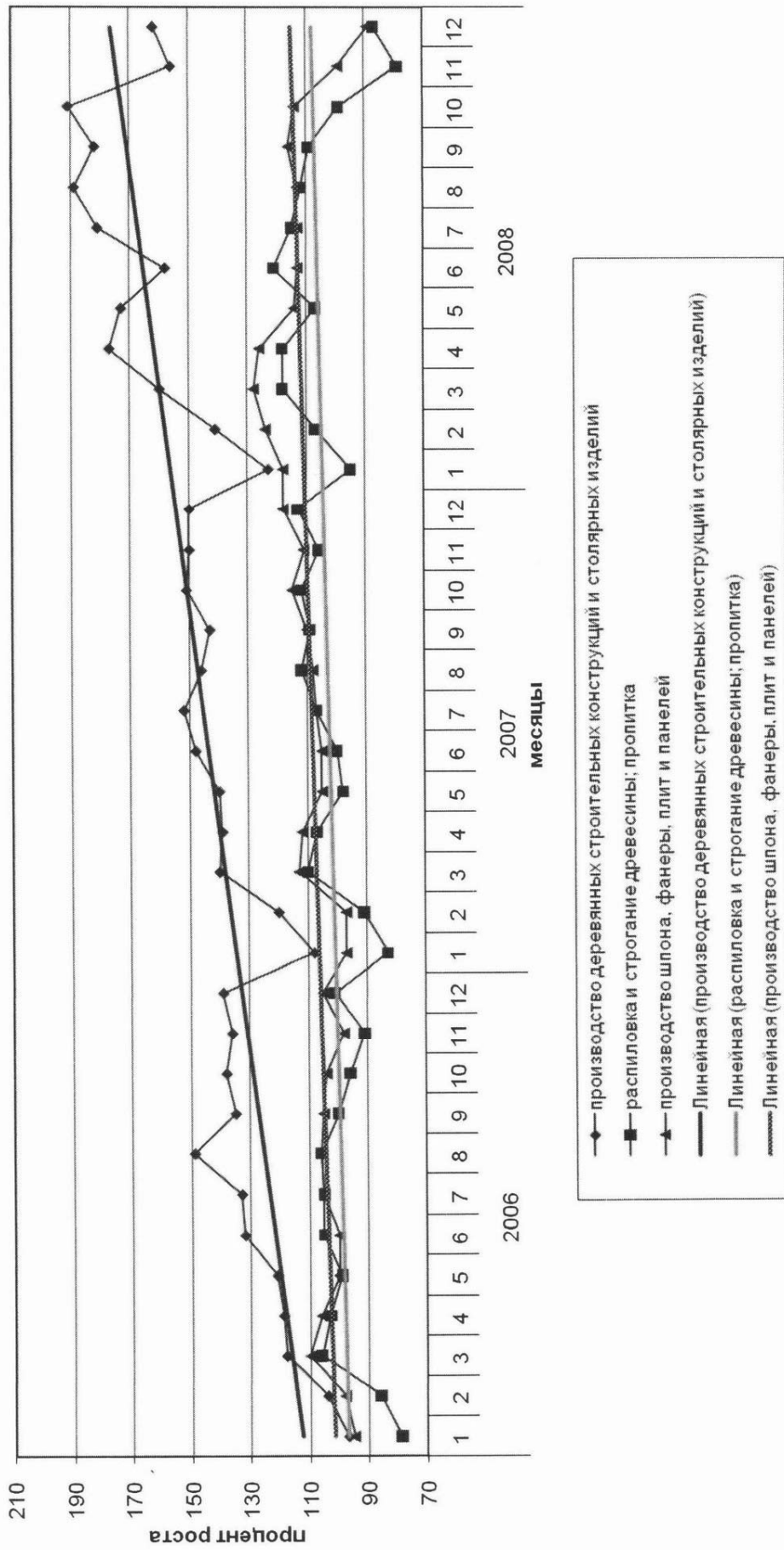


Рисунок – Относительные приросты производственных показателей по видам деревообрабатывающей деятельности

Следует подчеркнуть, что отмеченное общее падение для всех вышеперечисленных видов производства в сентябре 2008 года совпадает с началом международного экономического кризиса. Но нельзя упускать из внимания и первый срыв роста в прошедшем году, официально отмеченный еще в мае, на фоне которого мировой финансовый кризис только усугубил уже сложившуюся негативную тенденцию.

Единственным производством, сумевшим выйти из апрельского падения на более высокие рубежи показателей до осеннего потрясения, осталось производство строительных конструкций и столярных изделий, что вероятнее всего связано с рыночной конъюнктурой, определившей временное положительное влияние на общее развитие производства. Действительно, докризисный рост цен на недвижимость, продолжавший подкреплять свою положительную динамику, объясняет рост предложения на строительные конструкции.

По остальным видам лесоперерабатывающей деятельности заметно падение производства, намечившееся еще до кризиса, который, как уже подчеркивалось, лишь усугубил их отрицательную тенденцию. Своеобразная точка начала падения – май 2008-го года – наводит на мысль о причинах, имевших место месяцем ранее, а также о возможности их искусственного создания на высшем уровне управления.

Обзор нормативно-правовых решений, принятых Правительством РФ в апреле 2008 года, подтвердил предположение об искусственном характере причины выявленного падения. Обещанное прежде повышение экспортных таможенных пошлин на вывоз необработанной древесины из России до 25 процентов (минимум 15 евро за 1 кубометр) в действительности состоялось с 1 апреля упомянутого года.

Предполагалось сдерживающее воздействие подобных мер на экспорт сырой отечественной древесины, что привело бы к развитию собственных лесоперерабатывающих производств. Но на деле, как видно из показателей, предоставляемых Федеральной службой государственной статистики, повышение таможенных пошлин наоборот подорвало имевшуюся ранее положительную тенденцию производственного роста по распиловке древесины и производству фанеры и иных древесноволокнистых изделий (их математические коэффициенты регрессии составили соответственно 1,55 и 0,84 до повышения экспортных пошлин и 0,7 и 0,67 – до наступления финансового кризиса). Предполагается в качестве причины такого падения сокращение поставок сырья на отечественные лесоперерабатывающие заводы, т.е. увеличение объемов экспорта вопреки заградительным мерам правительства.

Рост экспорта сырой древесины вопреки повышению процентных отчислений в пользу государства, которые должны бы сделать этот бизнес малорентабельным, имеет обоснованное объяснение со стороны таможенных служб. Проблема кроется в несовершенстве нормативной базы, налагаемой на экспорт древесины, что предоставляет участникам внешнеэкономической деятельности определенную возможность нелегального вывоза сырья за границу. Несоответствие декларируемых и реальных объемов вывоза сырья исходит из несоответствия транспортных нормативов Российских железных дорог, критерий расчета для которых является вес, и таможенных нормативов, ориентируемых на габаритные параметры экспорта.

В общей сложности развитию современного отечественного деревообрабатывающего производства препятствуют два существенных обстоятельства. Одним из них является далеко неполноценная (по общим оценкам – около 20%) комплек-

тация отечественных предприятий современным оборудованием, другим – отсутствие полномасштабной разветвленной сети современных лесных дорог, что приводит, по мнению некоторых аналитиков, к экспортной ориентации лесозаготовителей. Но трактовка последнего обстоятельства вызывает определенные сомнения насчет искренней приверженности истине высказывающих ее экспертов. Никакая торговля, особенно внешняя, не может быть без наличия надежных путей сообщения. Акцентирование на их некачественном состоянии не оправдывает выбор отечественных организаций в пользу экспорта практически необработанной древесины, поскольку перевозка тяжелого, в силу своего сырого состояния, и негабаритного, плохо поддающегося штабелированию леса по таким дорогам только увеличит износ транспортных средств и, как следствие, снизит рентабельность.

Из вышесказанного следует, что единственной объективной причиной отсутствия роста объемов переработки российским производством отечественного леса, не являющейся проявлением субъективной воли государства, остается отсутствие собственной полноценной технологической базы для производства современного деревообрабатывающего оборудования. Для оценки истинности предложенного вывода можно провести полноценный анализ межотраслевой зависимости.

В качестве объектов эконометрического исследования предлагаются динамики индексов роста за 2006 – 2008 гг. по следующим видам экономической деятельности:

- обработка древесины и производство изделий из дерева;
- производство электрооборудования;
- производство кокса и нефтепродуктов;
- производство и распределение электроэнергии, газа и воды;
- производство машин и оборудования;
- производство транспортных средств и оборудования;
- металлургическое производство (в том числе производство готовых металлических изделий);
- обрабатывающие производства в целом;
- динамика ВВП.

На уровне логического представления межотраслевых связей уже можно вывести степень зависимости темпов роста обработки древесины от темпов роста остальных производств, но все же выявление ее математических показателей методом корреляционного анализа будет наиболее точным.

Но в целом для построения адекватной функции роста обработки древесины со всеми необходимыми для ее обоснованности переменными необходимо учесть все корреляционные зависимости и между самими потенциальными переменными, т.е. всеми остальными отраслями по отдельности.

Нами, отмечена высокая корреляционная связь динамики обработки древесины с динамикой обрабатывающих производств в целом свидетельствует о явной обусловленности роста объемов деревообработки ростом всего обрабатывающего сектора экономики, и в то же время о причастности интересующей нас отрасли в общем росте производства. Но это не может быть основой для определения функциональной зависимости.

Достаточно тесная, но обратная связь динамики деревообрабатывающей отрасли с общим ростом ВВП наводит на мысль о преимущественно сырьевом характере роста

последнего, что отрицательно отражается практически на всех отечественных обрабатывающих производствах.

Полученные коэффициенты корреляции наиболее тесно связаны с динамикой обработки древесины, и при этом наименее зависимыми друг от друга отраслями оказываются производства оборудования и транспортных средств, что в общем плане согласуется с предвзятыми убеждениями относительно отраслевых связей. Индексы производства именно этих отраслей и послужили для выведения функциональной зависимости деревообрабатывающего производства, необходимой для установления количественных параметров причинности.

Для предлагаемой множественной регрессии оценка параметров ее объясняющих переменных дало следующее приближенное уравнение:

$$Y = 55,19 + 0,09X_1 + 0,35X_2,$$

где Y – индекс роста обработки древесины и производства изделий из дерева,
 X_1 – индекс роста производства машин и оборудования,
 X_2 – индекс роста производства транспортных средств и оборудования.

Отсюда следует вывод о том, что на рост обработки древесины наиболее значительное влияние оказывает рост производства транспортных средств, что вероятнее всего связано с характером деревообрабатывающей промышленности, во многом имеющей общее с аграрным комплексом, а именно проблему доступа к природным ресурсам, практически аналогично решаемую на протяжении известной истории человечества. К тому же такое сильное влияние производства транспортных средств на лесопромышленный комплекс подкрепляет заявления о недостаточно удовлетворительном состоянии отечественных дорог. Естественным следствием такого состояния путей сообщения является физический износ транспортных средств, функционирующих в тесном контакте с ними. А поскольку весь лесопромышленный комплекс в своей совокупности состоит из предприятий, в силу обстоятельств разделенных пространственно, и материальных потоков между ними, связующих между собой места добычи природного сырья и его конечной обработки, вывод о главенствующей роли производства транспортных средств (прежде всего, автомобилей) в современном российском лесопромышленном комплексе очевиден и вполне логичен.

Тем не менее, это не исключает обусловленность роста объемов обработки древесины производством деревообрабатывающего оборудования, значение которого в средствах массовой информации, как следует из проведенного эконометрического анализа, сильно преувеличено. В средствах массовой информации активно обсуждается тема о моральном износе используемого в отрасли оборудования, но при этом игнорируется его техническая способность к производству, которая, судя по ретроспективе мощностей советской промышленности, имела достаточно высокий уровень. Из чего следует, что проблема повышения рентабельности существующего производства происходит из-за недостаточных объемов сбыта, т.е. несоответствие производственной мощности дорогостоящего оборудования запросам рынков потребления.

Предложенная функциональная зависимость, несмотря на временные рамки собственной применимости, может помочь в определении приоритетов при разработке стратегических направлений по развитию лесопромышленного комплекса в ближайшей перспективе.

Otakar Němec, Martin Šikýř (*Department of Personnel Management, Faculty of Business Administration, University of Economics, Prague, Czech Republic*) nemeco@vse.cz, sikyrm@vse.cz

UNEMPLOYMENT AND OVERINDEBTEDNESS: SPECIAL ISSUES OF THE LABOUR MARKET IN THE PERIOD OF THE ECONOMIC CRISIS

Abstrakt

The current economic crisis is accompanied by the marked fall in consumer demand that leads to restriction of surplus production, cutting unnecessary jobs, firing of redundant employees and increasing of unemployment. Because of the unemployment many people feel lack of money to meet their everyday needs and just the loss of regular earnings leads many people to undesirable wasteful, injudicious and irresponsible indebtedness and overindebtedness. This overindebtedness in conjunction with continuing unemployment consequently negatively influences the labour market, because it usually leads to illegal employment and many other unfavourable effects. The paper analyses the obvious connection between unemployment and overindebtedness in the context of the current economic crisis, especially causes and impacts of unemployment and overindebtedness, groups of people the most endangered by unemployment and overindebtedness as well as ways of prevention and solving problems of unemployment and overindebtedness. The paper is written on the basis of available literature and authors' knowledge and experience.

Introduction

The current economic crisis, that is accompanied by the marked fall in consumer demand and difficulties in acquiring financial means for necessary investments and everyday operations, leads employers to make radical organizational changes, restrict surplus production and search possible economies. In this case, many employers cut unnecessary jobs and fire redundant employees which of course increase unemployment. In this situation, many redundant employees are not able to find another job not only because there is general lack of available jobs on the labour market, but mainly because there is discrepancy between requirements of employers and expectations of employees. Due to low education, poor qualification, weak motivation, insufficient mobility and reduced flexibility on the labour market, many redundant employees join the long-term unemployed.

For many people, the long-term unemployment (unemployment for more than twelve months) means above all the lack of money to meet their everyday needs. The necessity to pay for common and extra household expenses (housing, clothing, food, electric, gas, water, television, internet, phone, car maintenance, medical care, education, entertainment, luxuries, credit accounts, loans, savings, insurance and others) leads many people to undesirable wasteful, injudicious and irresponsible indebtedness and resulting overindebtedness. This overindebtedness in conjunction with persisting long-term unemployment consequently negatively influences the labour market, because it usually leads to illegal employment and many other unfavourable effects for the society and illegally employed people (dissimilar conditions of employment and business, ineffectiveness of the state employment policy, disobedience to law, minimum legal protection, criminality, loss of qualification, loss of work

habits, mental problems, health problems, social exclusion and others). It is necessary to prevent all these problems connected with unemployment and overindebtedness.

The goal of the paper is to analyse the obvious connection between unemployment and overindebtedness in the context of the current economic crisis, especially causes and impacts of unemployment and overindebtedness, groups of people the most endangered by unemployment and overindebtedness as well as ways of prevention and solving problems of unemployment and overindebtedness. The paper is written on the basis of available literature and authors' knowledge and experience.

Unemployment and overindebtedness

Unemployment is a fundamental qualitative characteristic of the existence and effectiveness of the market economy. It means a stable disequilibrium between labour supply (employees willingness to work at each given wage rate) and labour demand (employers willingness to employ labour at each given wage rate) on the labour market in the sense of a surplus of labour supply over labour demand. In the statistics, unemployment is usually measured using the **unemployment rate**, which is defined as the number of unemployed divided by the available labour force (the number of employed and self-employed plus the number of unemployed). The **unemployed** are those who are out of work but want to work, are actively looking for work and are available to start work.

According to the **causes of unemployment**, there are usually distinguished following types of unemployment on the labour market:

a) **Frictional unemployment** that occurs when employed people voluntarily move from one job to another to find a more suitable job.

b) **Seasonal unemployment** that results from periodic fluctuations on labour demand in certain industries where production depends on weather and season (agriculture, forestry, building industry, tourist industry and others).

c) **Structural unemployment** that occurs when labour supply in certain industries, professions and regions is higher than labour demand in those industries, professions and regions and when people do not possess qualifications for employment in other industries, professions and regions.

d) **Cyclical unemployment** that results from cyclical changes of the economy and rises during economic recession when labour demand falls due to fall in consumer demand for most goods and services.

According to the **period of unemployment**, there are usually distinguished **short-term unemployment**, for a few weeks or months and **long-term unemployment**, for more than twelve months (according to EUROSTAT).

Unemployment (especially long-term structural and cyclical unemployment) accompanied by low education, poor qualification, weak motivation, insufficient mobility and reduced flexibility on the labour market, is a main cause of undesirable wasteful, injudicious and irresponsible indebtedness and resulting overindebtedness of many people.

Overindebtedness is a serious problem for people who get into debt (often wastefully, injudiciously and irresponsibly) and consequently have not enough money or property left to repay their debt. They usually try to get out of debt by borrowing extra money from various lenders (relatives, friends, banks, financial institutions and others), but this only increases their debt and they fall into the debt trap.

The problem of undesirable wasteful, injudicious and irresponsible indebtedness and resulting overindebtedness is a necessary concomitant of modern lifestyle. At the present time of seemingly unlimited opportunities and possibilities, **live on credit** and borrow money from banks or finance companies for anything (from dream houses and practical household appliances over necessary cars and longed-for holidays to style consumer electronics and other more or less important goods and services of short-term and long-term consumption) is quite normal and many people get used to this way of life typical of advanced market economies. To many people, buying on credit is an easy way to immediately change the standard of living. But living on credit may lead to serious problems, especially if debtors are not able to repay their debt. In this case, debtors take a risk of permanent indebtedness and overindebtedness.

Indebtedness and overindebtedness may raise other problems. The inability and failure to repay debts may result in sale or execution of assets. The inability and failure to pay for housing and utilities may result in eviction. The lack of money to pay for common and extra household expenses may result in a drop in the standard of living. A desperate effort to overcome existing problems may result in a desperate decision such as borrowing easy money. Sooner or later, people find themselves heavily in debt. The difficulty may lead people to dependency and crime. People lose their jobs, family and friends, find themselves outside the society, in a state of social exclusion and material need. Those people are dependent on the state assistance and social benefits. But if people do not make an effort to earn enough money by working, this help will never be effective. People who get into debt must do their best to find and keep a suitable job to earn enough money to get out of debt and to earn enough money for living.

However, for many people (especially for long-term unemployed people) it is not easy to find and keep a suitable job because of their low education, poor qualification, weak motivation, insufficient mobility and reduced flexibility on the labour market. If people are not able to find and keep a suitable job to earn enough money for living (to pay for common and extra household expenses such as housing, clothing, food, electric, gas, water, television, internet, phone, car maintenance, medical care, education, entertainment, luxuries, credit accounts, loans, savings, insurance and others), they tend to earn money through illegal employment, especially if they are overindebted. Overindebted people frequently keep away from legal employment for possible execution of wages or salaries. They prefer to live on social benefits and earn extra money through illegal employment.

Overindebtedness (especially in conjunction with persisting long-term unemployment) negatively influences the labour market and leads to **illegal employment** and many other unfavourable effects for the society and illegally employed people (dissimilar conditions of employment and business, ineffectiveness of the state employment policy, disobedience to law, minimum legal protection, criminality, loss of qualification, loss of work habits, mental problems, health problems, social exclusion and others). It is necessary to prevent all these problems connected with unemployment and overindebtedness

Groups of people endangered by unemployment and overindebtedness

In view of above mentioned facts and circumstances, unemployment (especially long-term unemployment) accompanied by impossibility, inability and unwillingness to find another job is a main cause of overindebtedness and simultaneously overindebtedness in conjunction with unemployment (especially long-term unemployment) negatively influ-

ences the labour market and leads to illegal employment and many other unfavourable effects. To successfully prevent and solve problems of unemployment and overindebtedness, it is necessary to identify groups of people endangered by unemployment and overindebtedness. In this context, among the most endangered by unemployment and overindebtedness belong:

- people of pre-retirement age,
- people of middle and lower social class,
- people with low education and poor qualification,
- people with insufficient mobility and reduced flexibility,
- people long-term unemployed who are tired of finding another job,
- people dependent on social benefits who used to be unemployed,
- people stricken with illness and afflicted with physical disability,
- people with low earnings and high living costs,
- people with problems in personal and family life,
- people affected by bad family and social behaviour patterns,
- people who tend to borrow easy money and financially illiterate.

It is important to pay special attention to all mentioned groups of people while preventing and solving problems of unemployment and overindebtedness.

Prevention and solving problems of unemployment and overindebtedness

Prevention and solving problems of unemployment and overindebtedness must be based on **personal responsibility** of people endangered by unemployment and overindebtedness. Everyone must be led to personal responsibility for one's own decision making and behaviour that includes both finding a job to earn money for living and getting into debt to improve the standard of living. To be responsible for their own decision making and behaviour, people need appropriate knowledge, skills and other abilities. Accordingly, prevention and solving problems of unemployment and overindebtedness must be based on **systematic lifelong learning** of knowledge, skills and other abilities needed for successful life and work in the society, including necessary **employment and financial literacy**. The systematic lifelong learning must be peculiar to both people endangered by unemployment and overindebtedness and employees of institutions a organizations responsible for prevention and solving problems of unemployment and overindebtedness (civil servants, social workers, consultants, volunteers, policemen, judges, lawyers, executors, teachers, trainers and others). Prevention and solving economic and social problems of unemployment is the target of the **state employment policy**, which is a part of the social safety net and includes:

- **passive employment policy** – defining amount and conditions for providing unemployment support and other social benefits for the unemployed,
- **active employment policy** – stimulating labour supply and labour demand through retraining, supporting creation of new jobs, investment incentives, publicly beneficial work, socially beneficial jobs, transport contribution for employees and others.

Above mentioned measures and instruments of passive and active employment policy are ensured and enforced by **labour offices**, which should also be more active in prevention and solving economic and social problems of overindebtedness.

Presently, the services of social workers, civil consulting centres and other non profit-making organizations play a leading role in prevention and solving economic and social problems of overindebtedness. The services include above all financial counselling and financial

literacy courses for general public. They improve **financial literacy** of people immediately or potentially endangered by undesirable wasteful, injudicious and irresponsible indebtedness and resulting overindebtedness. It is necessary to lead people to personal responsibility for their debt and educate them to get into debt reasonably, advisedly and responsibly.

Conclusion

Unemployment accompanied by economic recession, general lack of available jobs and low education, poor qualification, weak motivation, insufficient mobility and reduced flexibility on the labour market is a main cause of undesirable wasteful, injudicious and irresponsible indebtedness and resulting overindebtedness of many people. Simultaneously, undesirable wasteful, injudicious and irresponsible indebtedness and overindebtedness in conjunction with unemployment negatively influences the labour market and leads to illegal employment and many other unfavourable effects for the society and illegally employed people (dissimilar conditions of employment and business, ineffectiveness of the state employment policy, disobedience to law, minimum legal protection, criminality, loss of qualification, loss of work habits, mental problems, health problems, social exclusion and others).

To successfully prevent and solve problems of unemployment and overindebtedness, it is necessary to identify people endangered by unemployment and overindebtedness. Among the most endangered by unemployment and overindebtedness belong people of pre-retirement age, people of middle and lower social class, people with low education and poor qualification, people with insufficient mobility and reduced flexibility, people long-term unemployed who are tired of finding another job, people dependent on social benefits who used to be unemployed, people stricken with illness and afflicted with physical disability, people with low earnings and high living costs, people with problems in personal and family life, people affected by bad family and social behaviour patterns, people who tend to borrow easy money and financially illiterate.

Prevention and solving problems of unemployment and overindebtedness must be based on personal responsibility of people endangered by unemployment and overindebtedness. People must be led to personal responsibility for their own decision making and behaviour that includes both finding a job to earn money for living and getting into debt to improve the standard of living. People must be educated to find and keep a suitable job and to get into debt reasonably, advisedly and responsibly. Accordingly, prevention and solving problems of unemployment and overindebtedness must be based on systematic lifelong learning of knowledge, skills and other abilities necessary for successful life and work in the society, including necessary employment and financial literacy.

References

1. BÍLKOVÁ, Marie. Dopady předlužení občanů na trh práce. Praha 2009-03-31. In: *Finanční gramotnost jako nejlepší prevence předlužení občanů* [CD-ROM]. Praha : COFET, a.s., 2009.
2. DVOŘÁKOVÁ Zuzana aj. *Management lidských zdrojů*. 1. vydání. Praha : C. H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-893-4.
3. NĚMEC, Otakar. *Lidské zdroje na trhu práce*. 1. vydání. Praha : Oeconomica, 2002. ISBN 80-245-0350-6.
4. NOVESKÝ, Ivan aj. *Slabikář finanční gramotnosti*. 1. vydání. Praha : COFET, a.s., 2009. ISBN 80-254-4207-4.

5. ŠIKÝŘ, Martin. Nadbyteční zaměstnanci. Musíme je propustit. *HRM*, 2009, ročník V, číslo 2, s. 24–25. ISSN 1801-4649.

6. RUDLOVÁ, Irena. *Finanční gramotnost*. Diplomová práce. Praha : Czech Management Institut Praha (manažerská fakulta ESMA Barcelona), 2009.

7. SCHWARZ, Jiří. Dopady předlužení občanů na hospodářství. Praha 2009-03-31. In: *Finanční gramotnost jako nejlepší prevence předlužení občanů* [CD-ROM]. Praha : COFET, a.s., 2009.

8. TOMAN, Luděk. *Analýza vývoje v oblasti zadlužení domácností v České republice*. 1. vydání. Praha : SONDY, 2009. ISBN 978-80-86846-30-9.

9. VRBKOVÁ, Lucie. *Už nikdy dlužníkem*. 2. vydání. Praha : FINANČNÍ GRAMOTNOST, o.p.s., 2008.

10. ZDRAŽILA, Pavel. Sociální dopady předlužení na nezaměstnané. Praha 2009-03-31. In: *Finanční gramotnost jako nejlepší prevence předlužení občanů* [CD-ROM]. Praha : COFET, a.s., 2009.

Vlastimil Karel Vyskočil (*University of Economics Prague, Czech Republic*)

FACILITY MANAGEMENT – EFFEKTIVE MANAGEMENT OF SUPPORTIVE PROCESSES

ВВЕДЕНИЕ

В контексте с экономическим ростом общества специализированная литература представляется в рамках видовой стоимостной цепи в основном ту деятельность, которая приносит эффекты в соответствующей среде, в которой работает людской капитал, управляемый процессным способом. В данной среде большей частью срабатывает широкая шкала вспомогательных работ, которые представляют собой значительные расходы. И именно данная область экономически оценена как область образования издержек, которая, не смотря на свою многозначительность и более или менее сложное значение, является областью для поиска сбережений на поставках. Поэтому эта область стала целью метода реинжиниринга (преобразования) и пространством значительного внимания менеджмента во всех уровнях управления. Результаты этих стараний приносят интересные сведения для аргументации решений тех работ, которые до этого времени обеспечиваются собственными силами, чтобы как можно быстрее изменить своих представителей и быть еще в данной специальности способным держать шаг с мировой верхушкой и приносит себе, но и другим, ради которых работают так отыскиваемую конкурентоспособность. Конкурентоспособность стала выходцем стратегических намерений предприятий. Немногие понимают, что руководство, направленное на постоянное получение конкурентных выгод, должно было запастись к тому новыми познаниями; что предприниматель, акционеры и верховное управление должны очень подробно заниматься новым предпринимательским феноменом в интегрированном менеджменте с помощью управления вспомогательными процессами в рамках стоимостной цепи деятельности предприятий.

ЦЕЛЬ

Проблематика значительного снижения накладных расход в предпринимательских субъектах представляет в данное время значительное побуждение, которое побу-

ждает ТОП менеджеры фирм искать такие решения, которые принесут абсолютное снижение накладных расходов до того, как может дойти к снижению первичного объема деятельности.

Это ведет ряд организаций к движениям, которые в неясных функциях, особенно у вспомогательных процессов, т.е. тех, которые не являются главным предметом их деятельности, страховать взаимозаменяющимися поставщиками – специалистами, экспертами с области мимо рамок собственной фирмы (аутсорсинг). Координация этих функций с помощью facility менеджмента образует стратегический альянс, целью которого является настроить эти процессы так, чтобы они максимально поддерживали главный предмет деятельности со стороны эффективности. Для поставщиков открываются возможности расширить портфолия служб, тем самым и повысить оборот и расширить круг заказчиков, предлагать сервис с большей добавленной стоимостью, а тем самым увеличивать доход. Интеграция служб на принципе facility менеджмента ведет к перераспределению рынка уборочных служб или охранных агентств, но и поставщиков внутреннего оборудования, например как мебель, ИТ и т.п. Все это впоследствии оказывает давление на качество и эффективность и в каждую отдельную область. Тем самым пробираемся к выгодам и возможностям для заказчиков. Которые в свою очередь получают широкие службы высокого качества. Так же могут выбрать между промежуточными или комплексными интегрированными решениями. Если же хотят сосредоточиться на главном предмете своей деятельности, могут уже себе это позволить, т.к. начинает появляться ряд потенциальных партнеров для действия вспомогательных функций на высоком профессиональном уровне.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Переведем ли значение отдельных слов facility менеджмента, получается, что facility означает – легкость, поворотливость, сноровка, доступность, выгоду, подходящее оборудование, средство, налаженность, сноровка, одаренность, талант и способности, в свою очередь менеджмент – руководство, заведование, регулирование, ловкое манипулирование или управление. По всему миру facility менеджмент имеет разное определение и каждое государство или регион регулирует формулировку по своему представлению, но в основном большинство более или менее видоизменяют подлинную формулировку ассоциации IFMA. В соответствии с процессом урегулирования европейского законодательства в отдельных членских государствах была данная формулировка исправлена. Данная формулировка часто представлена символом «ЗР» (Процессы + Просторы + Персонал). В данной схеме заметно, что первые две области идентичны во всех областях управления. Всегда идет речь о сочетании функций, предназначенные для группы особ. Однако для facility менеджмента является специфической третья область, означенная как «Просторы». Но это не означает только их управление, но и обеспечение всем комфортом, в котором нуждаются пользователи простора для его оптимального использования. Facility менеджмент включает в себе накопления эксплуатационных затрат, причем сосредотачиваются на потребностях тех, которые включен в главные функции предприятия. А поэтому Facility менеджмент область, которая комплексно планирует и впоследствии занимается все возможной вспомогательной деятельностью, которую каждый владелец должен наравне с первичной деятельностью закреплять в оффшоре. Имеется в виду службы, которые увеличивают комфорт отдельных рабочих мест, а тем самым и производительность персонала. Речь идет о админи-

стративной и «организационной» деятельности, которая в своей совокупности комплексно обеспечивают непосредственно деловое пространство. Имеется ввиду материальный объем и деление, техническое оснащение, подключение линий коммуникаций (intranet), подсоединение к внешним коммуникациям, доступ извне, парковка и т.д. Это были именно те отношения и условия для индивидуального предпринимательства, которые были вызваны построением крупнопространственных офисов и целых административных централ, построением большегрузных производственных цехов и процесса суммарной концентрации основной деятельности практически во всех областях людской деятельности с целью освоения информационного бума с точки зрения ИТ, интерьер, психологии и конечно же постоянного увеличения затрат. Это «открытие» пространства как условия для технологий, логистики, организаций, социальной среды, экологии и т.д. У некоторых прогрессивных фирм полностью открытием это назвать нельзя, но Facility менеджмент как новая область начал представлять объединение суммарного подхода к поддержке исходной деятельности организации. Например в офисах Facility менеджмент должен обеспечивать минимальные затраты на их использование при одновременном максимальном комфорте персонала:

- Приятные условия (теплота, освещение, воздухообмен, чистота, питание...),
- Доступность и качество средств труда,

Снабжение всеми необходимыми средствами для быстрого переноса информации. Выходит новая роль Facility менеджмента, которая касается, прежде всего, услуг связанных с людьми. На первый план выдвигается людской исполнитель данных функций, направленный своим менеджером. Задачей Facility менеджера обеспечить как можно наивысшее качество при низких затратах комфорт рабочего места, которое способствует повышенной производительности персонала. Тем самым приводит к желательному сотрудничеству, где с одной стороны пониженные расходы приносят увеличенную производительность, а с другой стороны Facility менеджмента может принести и второстепенный доход, потому что оптимизацией среды очень часто происходит к освобождению нерентабельных территорий, которые возможно эффективно арендовать, или же использовать для расширения собственного бизнеса. С данной точки зрения, возможно, формулировать основную цель FM как эффективную деятельность, «целью которой укрепить те процессы в организации, с помощью которых рабочие места и персонал преподносят отличную производительность и в конечном итоге положительно содействуют экономическому росту и общему успеху организации.»[2] В прошедших годах вспомогательные функции существовали в тени ряда других деятельностей. В школах о вспомогательных процессах и службах с ними связанных почти ничего не говорилось, в менеджменте организаций не были замещены позиции, которые представляли службы Facility менеджмент, только косвенно. Наибольшей проблемой развивающегося рынка служб FM является недостаток среднего и высшего менеджмента. Единственный шанс это убедить специалистов с родственных областей о деятельности Facility менеджмента. Для производительности служб важно не только квалифицированные и профессиональные предпосылки, но в особенности коммуникационные навыки. Этим имеется в виду, прежде всего умение коммуникации, идентифицировать возвратные связи и прислушиваться к пожеланиям заказчиков. Это не далеко не такая и обязанность, как кажется на первый взгляд. Хороший Facility менеджер должен уметь реагировать на заказчика и с другой стороны решительно управлять кол-

лективом, который данную службу должен оказать с оговоренным качеством. Конечно же, риск зависит на ситуациях, а сложностях служб и отделов. Идеи Facility менеджмента начали уплотняться в рамках строительства новых объектов и ареалов в течение прошедших десяти лет. На данном рынке достаточно ясна ситуация, здесь действует ряд специализированных организаций предназначенных для ведения, содержания зданий данного типа. Избирательное управление в основном соперничают о цену. Возникает общепринятая сочетания строитель-содержатель. Предлагаются возможности в расширенном варианте служб и развитии от технического содержания к комплексному FM. Размер отдельных контрактов измеряется в сотнях тысяч миллион крон в год. Промышленность в данное время, наверное, одно из интереснейших сегментов чешского рынка. Давление на концентрацию первичной деятельности и стремление упростить и усовершенствовать подпору производства очень хорошо чувствуется. С не давних пор реализуется проект комплексного аутсорсинга FM промышленного ареала, который интегрировал более чем 80 видов служб с годовым объемом приблизительно 250 миллионы кроны. Принципом решения является гарантия сбережения накладных расходов при увеличении качества подпоры производительности. Подле грубого подсчета, возможно, ожидать, что возможности чешского рынка во временных контрактах могут перескочить сотни миллион кроны в год и в глобальном значении перескочить миллиарды кроны в год [2].

В прошлом вспомогательные функции были значительно недооценены, пусть, даже если доводы были различные, что, например, означало, что отдельные участки сами успокаивали свои потребности по индивидуальному рассмотрению, а тем самым выходил с точки зрения бюджетного ведения накладных расходов или использовались дешевые локальные источники, но по суммаризации накладных расходов, которые были учтены в рамках участка как накладные и при отсутствии количественных скидок за цело организационную поставку, данные службы выходили дороже. Введение контроля с последовательно разработанным планом на всех уровнях управления привело к радикальному обороту, а именно на входах и временном использовании этих потребностей. Метод BSC [2] соответствующих вспомогательных процессов и их планировании, оценки и контролю ведет к значительному освобождению мест квалифицированного персонала в данных функциях, приводят добавочную экономическую приделанную стоимость. Функции, которые и далее классифицированы в рамках стоимостной цепи, как вспомогательные доходят с точки зрения их профессионального предоставления до того же специализированного уровня первичной деятельности. Координация данных функций с помощью единого управления – facility менеджмент приносит по исследованию IFMA сбережение накладных расходов в размере от 5 до 40 % [3]. Чтобы предоставление facility служб было успешным необходимо, чтобы была образована позиция facility менеджера со стороны клиента. Большинство представителей facility служб при первой встрече с клиентом не могут полностью понять основу и форму первичной функции деятельности. Facility менеджер клиента и facility менеджер представителя вспомогательных функций должны создать идеальный слаженный тандем, который с одной стороны сотрудничает с другой стороны требовательный на получение предлагаемых услуг; иногда говорим, что доходит к цельному сотрудничеству величин – стратегического альянса. До этих пор управляющими производства были техники. Новая профессия facility менеджер кладет значение, скорее всего на управленческие способ-

ности, нежели чем техническое специализацию. Facility менеджер должен уметь планировать, организовывать и контролировать проводимую работу, включая ее цену. В данное время должны искаться новые возможности как предоставит своему клиенту постоянно усовершенствующиеся решения данной работы. Совершенно очевидно и ожидаемо от данной позиции способность предвидеть и последующее энергично и быстро организовывать непредвиденные или же аварийные ситуации. Facility менеджмент формулировали как метод управления вспомогательных функций. С точки зрения долгосрочных целей, сотрудничества и ответственности в общем, управлении фирмы facility менеджер является компетентным из-за решения поставленного на верховный менеджмент фирмы [4]. В практике у нас такие люди, скорее всего, занимают посты производственно технического решения, так называемом производственном управлении объектов и так они восприняты и верховным менеджментом организации. В большинстве фирмах в ЧР отделы facility менеджмента будь, до сих пор не существуют или только переименованы с прошлых отделов содержания зданий или же хозяйственное классическое ведение и много вспомогательных функций разветвленных и организованных относятся к другим управляющему персоналу или другим уровням управления. Каждая организация в основном с собственного опыта определяет, что образует их основной предмет деятельности, и что с данной функцией непосредственно не зависит. По этому определяет, которая область останется под прямым контролем фирмы и, которые могут, заказаны извне. Быстро развивающейся формой обеспечением facility услуг является внешними поставками (outsourcing) служб купленных од внешних поставщиков [1]. Аутсорсинг приносит несколько эффектов: facility услуги предоставлены на профессиональном уровне, опытным внешним поставщиком, который обеспечивает достаточные источники персонала, техники и оборудовании. Так как проходит специализированным управлением, может быть и цена услуг ниже. Тем чаще доходит к снижению накладных расходов у клиента. У менеджмента фирмы есть возможность полностью посвящать функциям для фирмы основных, приносящих эффект, а тем и высокую прибыль. В данное время доходит к ясной видимости накладных расходов.

Общее обеспечение facility услуг в фирме можно решить с помощью специализированного поставщика в основном определенных услуг. Разветвленный спектр услуг клиент может сверить одному поставщику, который в свою очередь способен эти услуги обеспечит комплексно с целью достижения удовлетворения клиента (заказчики). В мире уже существуют целый ряд фирм, которые предоставляют целую шкалу служб комплексно, так названных что комплексными поставщиками facility услуг гарантируют клиентам оптимальный тыл, так названное оснащение всех процессов, которые не входят в его главную функцию. Их выгода том, что эту функцию обеспечивает как собственный core business и этим утверждает свои know-how для обеспечения лучшего качества в соответствующей цене. При решении, использовать ли систем внешнего поставщика facility услуг, нужно взять в значение как можно широкий объем условий представленных главным образом:

- Снижение производственных расходов организации,
- Повышение производительности работников и
- Одноразовое увеличение прибыли.

Выгоды, которые приносит facility менеджмент од одного внешнего поставщика можно объединить:

- Освобождение мест главного предмета деятельности всех вспомогательных функций одним поставщиком facility услуг – сравнительная выгода,
- Получение выгоды низких затрат в общей стоимостной цепи – конкурентная выгода,
- Упрощение организационной структуры – мульти дисциплинарный подход,
- Ответственность за снабжение вспомогательными функциями переходят на одного поставщика, установление единой системы оценки деятельности и эффективности (BSC),
- Снижение количества персонала – общие сбережения на планированных заработных платах,
- Увеличение контроля и проверки спектра вспомогательных функций – появление резерв (пространственных, процессных),
- Возможность анализа вспомогательных процессов последовательным контролем накладных расходов,
- Улучшение рабочей среды,
- Улучшение качества услуг внутри организации подавлением не рентабельных функций,
- Увеличение EDI и интерактивных коммуникаций;
- Найти новые возможности использования недвижимости. [5]

Следующей выгодой, которая может быть рискованной, что внешний поставщик FM ведет больше клиентов, чем его поставки дешевле благодаря «количеству» – это приводит к объединению, предоставляемые функции являются его core businessem, но с точки зрения к увеличивающемуся объему клиентов должны постоянно увеличивать качество своих поставок, что в определенной ситуации может подействовать противоположно. За этой целью изготавливаются в данное время по просьбе ЕО в членских странах норма FM в областях:

- Качества, уровня услуг и KPI,
- Систем FM,
- Пространственных стандартов,
- Процессов FM.

Целью является обеспечение facility услуг с помощью объединения описаний и формулировки функций поставщиков этих услуг потому, чтобы ожидаемые выгоды были уложены единой терминологией, общим языком и объяснений отношений в рамках родовой стоимостной цепи с точки зрения FM (ČSN EN 15221-1) и инструкций на выработку договоров о работах FM (ČSN EN 15221-2) [Štrup O. viz 2)] [5]

Результаты и Дискуссия

О проблеме facility менеджмента ведется дискуссия между чешскими менеджерами уже некоторое время. Их актуальное увеличение вызвало ни сколько так основу вещей как таковых, а, скорее всего для многих неясный объем или же наполнение этой области функций, так же «мало чешские» названия, а главное достаточно проникающий подход некоторых фирм-поставщиков, которая пытается раскрыть, определить, а потом, конечно же, и занять рынок, который для них данная проблематика, а с ней связанные функции представляют. Всеобщее известно, что многие проблемы как в двусторонних или групповых отношениях возникают из-за недостаточно выясненной терми-

нологии. С этим связано и законодательство. Объединим ли открытые проблемы, возможно, пока проследить следующие области.

1. Наполнение facility менеджмента

Содержимое наполнения FM как таковое в основе своей не новое; поэтому некоторые – чаще оправданно – удивляются, зачем заниматься данной областью; к этому доходит прежде всего тогда, если же не получается объяснить эффективность объединяющего подхода, который уже обыден в фирмах, где объединяющие функции давно (а часто очень надежно) проводятся. Процессный подход далеко не является таким очевидным, как кажется с первого взгляда; воспринять, поэтому то, что почти все функции находящиеся вне главной функции фирмы можно обычно производить эффективнее пока для многих предпринимателей достаточно важная проблема. Объединяются значения слов, а тем самым создаются условия в рамках ЕО, чтобы и в ЧР была проведена собственная сертификация facility менеджеров, а тем самым открылась возможность профессионального подхода к данной деятельности. До деятельности facility менеджмента относится всегда то, что воспримет менеджмент организации как вспомогательную функцию. Его стремлением обеспечить данной функцией как можно эффективнее, но всегда так, чтобы она оптимально поддерживала первичную функцию организации. Однако Facility менеджер должен следовать и все возможной первичной деятельности и стремиться найти для нее как можно эффективнейшую поддержку или же улучшение данного состояния. Поэтому целью не только поддержка первичной деятельности, но и постоянное комплексное развитие целой фирмы, а тем самым поиск других вспомогательных функций, которые бы могли этому помочь. В рамках коллективного «кругового» решения о сотрудничестве обеих составных частей стоимостной цепи начал использоваться метод, называемый «окучивание корней» [6]. Это название было взято с японского садоводства, означающие подготовительные работы перед пересадкой крупного дерева. Два года перед пересадкой ему (дереву) отсекаются боковые корни, чтобы в конечном итоге остался один главный, и дерево было возможно без ущерба пересадить. В практике это означает, что работник, который предлагает какие то изменения, идеи и т.п. должен сперва заручиться поддержкой своих близких сотрудников. Это могут быть сотрудники на том же уровне или же приближенные подчиненные. Выходя из практики, когда на крупных совещаниях за слово голосуют в большинстве случаев постоянно те же люди. Но не каждый хороший оратор и большинство людей имеют врожденную боязнь говорить на публике. Так получается, что хороший специалист facility служб не может изъяснить свою точку зрения на решение вспомогательных функций. Его управляющий может так и не узнать, какое на самом деле мнение он имел на проблематику решения. Чтобы к таким ситуациям не доходило, в большинстве случаев совещание проводится в частном виде и за закрытыми дверьми. На данном способе решения решается и те наиважнейшие вещи в форме двустороннего неформального разговора и никогда на крупных совещаниях или собраниях, где дискутируют и голосуют. Опыт некоторых из выдающихся американских и западноевропейских FM организаций действующих в целом ряде отраслей, подчеркивают, что коммуникация является необходимым, скорее жизненно важным условием их функционирования. Все совещания проводятся с помощью телеконференций с использованием последующих вспомогательных технических средств. Недостаточная коммуникация или недопонимание часто приводят к инцидентам, что именно facility менеджер пытается устранить. Непрерыв-

ное увеличение конкуренции и давление на цену, и качество, вытекающие со стороны заказчика ведет к увеличению эффективности в управлении и производстве, увеличенный спрос с работников и установления минимального количества материала для данных задач и проектов. В последнее время новым трендом является **best-shore outsourcing** [6]. Данный метод, означает перемещение деятельности до области с низкими расходами на рабочую силу, при сохранении качества предоставляемых услуг. Только данным направлением (снижение расходов) возможно, пережить и удержать долю на данном рынке в области предоставлении FM услуг. К области best-shore относится, например область восточной Европы (Польша, Румыния, Болгария, Украина, Белоруссия). Преграды в данных странах производит недостаток технически развитого людского источника, недостаток „soft skills“ (опыт с менеджментом, коммуникацией с заказчиком), неподготовленность противостоять давлению со стороны заказчика, культурные различия. Нет другой возможности, потому что все крупные игроки в области FM идут данным направлением, более того открыто конкурируют и крупные фирмы (например, ISS, PeDus, SKANSKA FM). С точки зрения собственности формы, особенно в англосакской среде типичной формой торгово-законодательного распределения представителей FM акционерное общество, организованная одноуровневой моделью управления, так называемое прямое подчинение собранию акционеров ряда директоров (Board of Directors), которых председательствует генеральный директор (CEO). Взгляд некоторых выдающихся FM организаций можно представить обещанием: „We deliver on our commitments so you can deliver on yours.“, которое в переводе означает: **«Поставляем службы на основе наших обязательств так, чтобы вы могли поставлять на основе ваших обязательств»**[6]. На веб-страницах подчеркнуто, что речь не идет о слогане, а о настоящем обещании. Главными целями представителей FM следующие:

- a) Направление на заказчика – имеется в виду, прежде всего, удержать нынешних заказчиков на долгое время,
- b) Каждый регион будет использовать индивидуальную стратегию, агрессивное направление на best-shore (виз. выше),
- c) Функциональные эффективные организации – должны сотрудничать как одна команда, которая сложена из лучших атлетов,
- d) Эффективность – стремление перескочить наши торговые обязательства, придавать особое значение качеству, нулевые выпад (инциденты) наших услуг.

Фирмы, предоставляющие facility услуги, вводят культуру между служащими ведущую к победе (our winning culture) основанной на трех устоях: открытость, искренность и усердие. Данный эпиграф например поддержан устройством специального отдела про этику и придерживания производственных основ выступления (виз. этический кодекс FM [1]), задача которого решать какие либо подозрения внутри организации. Заявление может, точнее обязан, подать, какой либо служащий.

2. Информационная поддержка

Сегодня традиционно-информационное решение поставлено на высокий уровень благодаря интеграции решения с ядровыми предпринимательскими информационными системами (напр. SAP R3-модуль сервис - двусторонняя связь технических мест и технического оснащения на соответствующей собственной сущности) и информационной средой, благодаря продолжающимся просторным анализам, динамической дистрибуции информации по Интернету и возможностям оперативного творения выхода, фор-

муляров и документов. Информационную систему для поддержки FM с использованием объединенных, графических и данных информации можно изображать сканированными чертежами, договорами и другими документами; связать документы в разных форматах (doc, xls и др., фотографии и видео) [1]. Экономические факторы учета собственности вытекают как из учета общей собственности, так и из исследования найма зданий, оборудования автостоянок и т.д. Следование платежных терминов, срока действия договоров являются основной частью информационной системы. На эти данные навязывается анализ и творение предложения для наемщика. Обзор об использовании пространств является главным и для эффективного размещения рабочих в помещениях, мебели и оборудования, включая перечня перестановок, изменений и переезда. С этим связано планирование обширных проектов в актуальном времени с помощью системы POWERPROJECT teamplan 7-ой версии. Руководство проекта решает столкновения, возникающие при планировании процессов (время, источники, финансы). FM вносит в данную проблематику согласование технологии проводимого проекта с cash flow проекта и с источником целой организации. Проекты должны быть закончены в рамках определенного бюджета. Также при планировании проекта необходимо делать реалистичные оценку возможных затрат и прибыли, которые в последствии могут быть генерированы. Ведущие поставщики IS для FM (Archibus, Aperture) так же как и глобальные поставщики, software-вой технологии могут быть в ограниченной мере способствовать развитию новых продуктов (напр. смотря на свой опыт с продуктами определяют условия на новой версии продуктов).

3. Стратегический бенчмаркинг FM организаций

Ряд специалистов в области facility менеджмента задаются вопросами, которые выходят с направления данной конференции:

1. Как начать с FM в своей фирме?
2. Как охарактеризовать позицию организации использующей FM?
3. Как сравнить организации, использующие FM между собой и найти наилучшее решение?
4. Как измерить производительность и „зрелость“ организаций использующих FM?

В рамках многоразового исследования facility менеджмента в загранице была использована метода, названная Maturity Profile [5], которая позволила оценить производительность организаций использующих FM на наивысшем уровне подле следующих критерий: стратегия, стандарты и политика, финансовое планирование, оценка инвестиций, внедрение служб, “зрелость“ организации и обращение с данными. Facility менеджер может использовать данный метод как к своему усовершенствованию, по сравнению с конкуренцией, или же к бенчмаркингу. Цитированный метод использования информации к созданию индикаторов производительности, которые идентифицируют суммарную производительность организации. Авторы формулируют пять уровней производительности для каждого из семи критерий. Данный метод необязательно приводит к выводам, что производительность организации слабая или же хорошая, только если предоставляет данные и перекладывает их интерпретацию на facility менеджеров. Оценка дает возможность сравнить и оценить конкурентов у организаций использующих FM; предоставляет внешнее сравнение целей организации с достигнутым; оценивает организации, которые были идентифицированы как организации с целями и обще

принимаемыми практиками FM; служит как совет или инструкция к оценке и детальному анализу организации, которая предоставляет FM службы и может помочь при определении сопутствующих перспектив организации в области FM. В измерении производительности организации в современном мире нет ничего нового, а существует так же ряд административных механизмов, как измерить производительность организации (виз. Balanced Scorecard dr. Kaplana и prof. Nortona). У большинства административных механизмов за общее берут цель управлять и увеличивать потребительную стоимость организации, точнее ее акционеров, так называемых Shareholder Value Management. Разумеется, метод представленный коллегами в Венгрии не ставят себе это за цель, и даже это не является классическим бенчмаркингом, но ее задача в том, чтобы упрощено сравнивать подготовку организации к введению FM или же сравнивать организации использующих FM в свою пользу с точки зрения стратегии организации и стратегического понятия FM как такового. Основное намерение сравнить свою производительность с конкуренцией имеет две важные преграды, которые являются желанием организации FM поменять данные, так особо чувствительных, если же идет речь о стратегии организации или меру внедрения FM и меру объективности предоставленных данных и информации. Так же важно, что данный метод показывает так называемый Best Practice (наилучшее решение), как в организациях воспринят новый механизм увеличения их производительности с помощью содержания и управления актив и вспомогательных процессов – внедрением FM, основной вклад которого на сегодня достаточно известен как акционерам, так и топ менеджерам [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Facility management является примером аппликации “lean management” в области эксплуатационных расходов, относящихся в основном к недвижимости и большинству пространства, служащих первичным деятельности. Его основой является усилие эффективного хозяйствования с этими пространствами. Так же, как и у любого материального имущества, речь идет не только о составляющих, но и об эксплуатационных расходах (отопление, освещение, безопасность, мелкий ремонт, уборка и т.д.) Методы reengineeringa у нас имеют своих новаторов в основном с ряда организаций с иностранным владением, которые по примеру своих материнских обществ начали с реализации facility менеджмента, чтобы не только снизить расходы на поддерживающую деятельность и повысить эффективность использования активов, но и для подготовки своего персонала таких условий, которые бы позитивно повлияли их производительность на прибыль общества и на качество товаров или служб. Целью является уверенность в том, что за предложенную службу FM, качественно и количественно отвечающему нашему требованию, платим именно столько, сколько того то требует. Отсюда и возникает совместная деятельность, стратегический альянс суммарной цепи. Отношение, напоминает брак со всеми его невыгодами, но в основном с выгодами, если только предположить, что это подходящие друг другу партнеры.

Библиографический список

1. В.К.Высочил, О.Штруп – Вспомогательные процессы и понижение накладных расходов (Facility management) (Podpůrné procesy a snižování režijních nákladů), Professional Publishing, Прага, 2003, ISBN 80-86419-45-2.

2. В.К.Высочил – Facility management. Сборник EDMAN 03, Acta EVIDA No 22, ISBN 80-86598-25-7, Сообщество EVIDA, Пльзень, стр. 367-378.

3. В.К.Высочил – Facility менеджмент – стратегические изменения вспомогательных процессов (Facility Management – strategická změna podpůrných procesů); сборник GEMAN 03, Acta EVIDA No 23, ISBN 80-86596-26-5; Сообщество EVIDA, Пльзень, стр. 325-351.

4. В.К.Высочил – Facility менеджмент – служба заказчику. Зачем и как вводить Facility management? (Facility management – služba zákazníkovi. Proč a jak zavádět FM?) Сборник PROMA 03, Acta EVIDA No 25, ISBN 80-86596-28-1; Сообщество EVIDA, Пльзень, стр. 203-228.

5. В.К.Высочил – Facility менеджмент. Экономика и менеджмент 2003 без границ. ВШЭ Прага 10 аж 12 сентября 2003 (Facility management. Ekonomika a management 2003 bez hranic. VŠE Praha 10. až 12. září 2003). Абстракт стр. 15.

6. В.К.Высочил – Facility менеджмент и законодательство (Facility management a legislativa). Сборник JUMAN 02, Acta EVIDA No 34, ISBN 80-86596-52-4, Сообщество EVIDA, Пльзень, стр. 261-69.

7. В.К.Высочил – Людские источники и методы Facility менеджмента (Lidské zdroje a metoda Facility Management). Сборник PEMAN 05, Acta EVIDA No 40, ISBN 80-86596-5, Сообщество EVIDA Plzeň, стр. 217-226.

8. В.К.Высочил – Позиция и роль facility менеджера (Pozice a role facility managera). Сборник EDMAN 05, Acta EVIDA No 43, ISBN 80-86596-67-2, Сообщество EVIDA Plzeň, стр.371-373.

9. В.К.Высочил – основа и управление вспомогательными процессами (Podstata a řízení podpůrných procesů). Сборник MOMAN 06, Acta EVIDA No 46, ISBN 80-86596-74-5, Сообщество EVIDA Plzeň, стр.351-363.

10. В.К.Высочил – FM путь к снижению накладных расходов. Сборник международной конференции Новая теория экономики и менеджмента организаций (FM – cesta ke snižování režijních nákladů. Sborník mezinárodní konference Nová teorie ekonomiky a managementu organizací), ВШЭ Прага, ISSN 80-245-1091-X, стр. 1675-1689.

11. В.К.Высочил – FM – основа управления вспомогательными процессами, сборник 1 международной конференции FM – метод эффективного управления строительными объектами (FM – podstata řízení podpůrných procesů, Sborník 1. mezinárodní konference FM – metoda efektívneho spravovania stavebných objektov). STU StF Братислава, 12/2006, ISBN 80-227-2541-2, стр.76-82.

12. В.К.Высочил – Менеджмент в моей жизни (Management v mém životě). Сборник MOMAN 07, Acta EvidA No54, ISBN 80-86596-87-7, Сообщество EVIDA Пльзень, стр. 301-315.

13. В.К.Высочил – Стоимостная цепь podnikательской деятельности (Hodnotový řetězec podnikových činností). Facility management news. č. 2/2003, стр. 8-9, Wag-ner Press совместно с IFMA., регистр. Zn. MK ČR E 14106.

14. В.К.Высочил – Facility менеджмент. Bulletin ČMA № 1/2003, стр. 25-29.

15. Информационная система IFMA CZ в Праге (Informační systém IFMA CZ v Praze) [on-line] www.ifma.cz.

Vlastimil Karel Vyskočil (*University of Economics Prague, Czech Republic*)

FACILITY MANAGEMENT IN SYNERGI OF PPP

ВВЕДЕНИЕ

Для того чтобы главный предмет деятельности приносил эффекты, он должен проходить в соответствующей среде, где работает людской капитал управляемый процессным способом. В данной среде в большей части работает широкая шкала вспомогательной деятельности, которая представляет собой значительные накладные нагрузки. А именно данная область является экономически оценена как накладные расходы, которые с учетом своей многозначительности и более или менее определенности являются значительным источником по пути к эффективности и действию. Поэтому данная область становится целью методов реинжиниринга и пространством значительного внимания со стороны менеджмента на всех уровнях управления. Последствия данных стараний приносят интересные сведения и результаты, которые в свою очередь становятся аргументом в процессе решения у таких функций, которые до сих пор обеспечивают сами себя, чтобы ускоренно изменили их совместимость, которая в данной области способна держать шаг с мировыми верхушками и приносить себе, но так же и тем на которых работает, так искомую конкурентоспособность. Конкурентоспособность стала исходным пунктом стратегических направлений государств, отраслей и предприятий. Несмотря на это, мало кто себе представляет, что управление, направленное на постоянную добычу конкурентных выгод для этого должно было запастись новыми познаниями, что так же предприниматель, административный совет, верховное ведение должны подробно заниматься новым предпринимательским феноменом в интегрированном менеджменте, а так же управлением вспомогательными процессами в рамках стоимостной цепи предпринимательской деятельности. Проблема значительного снижения накладных расходов в предпринимательских субъектах в данное время представляется значительным побуждением, которое заставляет ТОП менеджеров фирм искать такие решения, которые принесут абсолютное снижение данных расходов, прежде чем дойдет к снижению объема целого ряда деятельности из области вспомогательных процессов. Метод, использованный в решении данного стратегического требования, называется facility management или так же менеджмент вспомогательных процессов.

ЦЕЛЬ

Это ведет ряд организаций к шагам, которые в значительно невидимых функциях особенно у вспомогательных процессов, т.е. тех, которые не являются главным предметом их деятельности, обеспечивать, замещать представителями — специалисты, профессионалы с округа мимо рамки собственной фирмы (оутсорсинг). Координация данных функций с помощью Facility management производит стратегический альянс, его целью является стремление установки данных процесса так, чтобы максимально поддерживать главный предмет предпринимательства со стороны эффективности. Facility management как метод управления вспомогательными процессами представляет собой в родовой стоимостной цепи такую ответственность, которая связана с разрешением всех процессов, которые производят условия и поддержку собственного осуществления и предпринимательской выдержки первичной деятельности, т.е. как производства в собственном слово смысле так и широко значимого понятия служб. Речь идет о

промышленном способе управления в смысле реинжиниринга, который ведет знакомое предприятие к сознательному процессу и проектному управлению. Public Private Partnership представляет подпорку проекта сотрудничества общественного сектора с частными субъектами обеспечением инвестициями для вспомогательных процессов и служб в смысле целого общества в их подготовки, реализации и собственным ведением торговли в общественных интересах и при предоставлении общественных услуг. В содержании становится ясным, что тема управления и ведение вспомогательными процессами, а то и в смысле макроэкономическом, пересекает все участки производства грубого домашнего продукта, так же данная работа становится обзором целой широты экономического мышления теории рыночной экономики. Речь идет о менеджерской вольности обращения, т.н. способность менеджеров корпорации следовать целям к успеху целой организации, которое они сами кладут за успешное. Мера, в какой данная вольность обращения долгосрочно проводима, зависит на том, как глубоко преобладает в инфраструктуре, но и на рынках имущества и капитала определенная конкурентная среда. „Речь идет о классическом понятии избытка капитала над рамки субституционных потребностей со взглядом достижения удержимого развития от заотсталой экономики и требует, чтобы полученный избыток был выделен для накопления капитала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Центральным понятием каждой на сегодня дисциплины является понятие целого, которое не является обобщением своих частей, не равняется его конечной сумме, и который не определяется, познаваемый, измеряемый и предугадываемый посредством определения, познавания, измерения и предугадывания своих частей, к нему не доходит благодаря подвижности его частей, его смысл не отделен от понимания его частей. Централизованные понятия в каждой из наших современных дисциплин, в каждом из наших научных как искусственных специальностей представляют структурную формулу и конфигурацию. Таких конфигураций нельзя никогда достичь так, что начнем с части; часть какой либо структуры или конфигурации существуют и могут быть идентифицированы только тогда, если принимать во внимание, проживать это или понимать как целое. Поэтому нужно следить за тем чтобы при различии первичных и вспомогательных процессов на родовые стоимостные цепи с точки зрения спектра нашей экономической жизни как на „целостную“ структурную формулу – предпринимательскую организацию. Описание точки зрения на конфигурацию энтропии данной организации называем *management*, особенно потом с точки зрения его процессов; например вспомогательные процессы определяем как *facility management*. Именно он является примером аппликации „стройной совокупности“ в области производственных расходов касающихся среды. Его основой является старание о эффективном хозяйствовании всего, что не является главной деятельностью „целостной“ структуры. Так же как и у другого материального имущества, речь идет не только о заготовительных, но и о расходах по текущему ремонту (производственные), (отопление, освещение, безопасность, содержание, уборка и т.д.), на которые обязаны присмотреться уже при проектировании направлении зданий. При частном использовании помещений следует вычислять, если работа проходит экономично, без излишних трат, если эффективно использованы все помещения. Причиной почему заняты целым с точки зрения его частей, является качественный подход, который в свою очередь отдан целям а потому возникают

перед нами вопросы процесса, которые предполагают, что рост, изменения и развитие даны тем, что является нормой и реальностью. Здесь пересекаются идеологические взгляды Маркса со взглядами pansofistů и энциклопедистов, в особенности в том направлении, что привело к перемене опыта в познаниях, применениях систематического изучения работы, поиске продуктивности и создании новых отношений. Это внутренне познание было нам долго сильно отдалено благодаря поверхностным идеологическому взгляду на работу, что привело к временному отставанию от участия в соревновании индивидуально продвигать и непрерывно двигать границы качественных познаний к общему мнению, взгляду на основу предпринимательства.

1. Facility management – важное пространство для активит во вспомогательных процессах

За последние 20 лет facility management зарегистрировал значительное развитие, FM становится профессией, которая медленно, но хорошо внедряется как в частном, так и общественном секторе. Для удержания темпа нуждается в менеджерах с новыми способностями и знаниями. Между работоспособностью и образованием необходимо сильные детали, чтобы предоставили двойной ток информации покрывающие наилучшие методы, исследования и теории. Другими словами, подыскивается окружение, которое поддержит непрерывное развитие или непрерывную обратную связь между производственным FM и сектором обучения.

Уже с 70-х годов прошлого столетия facility management развивался значительно быстро. Этот гибкий рост обратил мнение критики, что FM является простой маркетинговой программой или попыткой подчеркивания важности группы специалистов среднего менеджмента. Скорее с упором на знания менеджмента нежели техническое образование, лежит реальная величина в профессиональном управлении всех физических источников, которые поддерживают возможности торгующей организации. Почти все выше перечисленное возможно всегда и во всех случаях развивать и изменять. Основные причины, которые повлияли на „просторы синего океана“ в области FM являются следующими:

- увеличение капитала, а с тем и тенденция регулирования производственных расходов
- развитие ИТ и микроэлектроники
- падение „железного занавеса“
- глобальная конкуренция
- перераспределение дохода, тем самым возникновение новой растущей основы капитала
- служебные возможности.

Несколько групп пытались определить область FM, например определение Конгресса американских библиотек: *„использование и координация физического пространства, людей и работы в организации, включающие в себя принципы торгового управления, архитектуры, поведения и инженерные науки“*, или короткое определение, выпущенное в 1992 году английской фирмой FM2: *„сотрудничество зданий, работы и людей в единой взаимно влияющей системе“*.

Развитие Facility менеджмента набрало темпы в реальном международном понятии. С североамериканского оригинала расширился до Европы, стран средней и восточной Европы, Австралии и юго-восточной Азии. Процесс принятия на работу экспертных поставщиков к обеспечению вспомогательными услугами, известными как

„outsourcing“ или „contracting-out“ начал быть введенной методой, предоставляемой услугами FM или проектом PPP. В некоторых случаях переводятся домашние служащие к новым представителям услуг так, что они не теряют прежнюю работу даже если будут у других работодателей. Следующим улучшением является управление финансовыми потоками, где домашняя группа (команда) опускает материнскую организацию для организации самостоятельной фирмы, услуги управления, причем навязываются на управление одинакового диапазона экспертных услуг. Не так давно некоторые британские организации искали возможность к предоставлению не централизованной помощи, как альтернативу к стандартному подходу к оутсорсингу. Данным путем, как предполагают, достигнут значительного успеха во временной экономии в области производства, покупательной силы и подхода к широкой основе знаний и специализации FM без перевода служащих в другую организацию. Следующим развитием является „частная финансовая инициатива“ начатая во время ранних девяностых годов. Долгосрочно предоставляют механизм для партнеров правительства с высоко расходными проектами и частью потенциальных выгод в рамках инфраструктуры, значительного риска и социо-энергетических возможностей двух важных секторов. Идеей является: использование частного сектора к финансированию и его предприятием достичь лучшего увеличения стоимости вложенного капитала. По данной причине правительство становится скорее организатором нежели комиссаром главных инвестиционных проектов. Частное предприятие, государственная казна и высокопоставленные министерства все обеспечены или же обеспечивают проживание и услуги в центре большого города как проект „Private Finance Initiative“. Прежде, чем была заведена эта политика, более 350 контактов — включающие в себя недвижимость, дороги, железные дороги и развитие организаций — было одобрено с общей величиной почти 20 миллионов £ фунтов стерлингов с типичной продолжительностью эксплуатации 25 лет. Существуют различные схемы PFI.: новый владелец здания должен реально производить проекты и конструировать здание хорошего качества, чтобы расходы по текущему ремонту, так же как и функциональное старение были минимальными. Так же поставщики PFI должны перенять ответственность за доход и перевести риск на их капитальные расходы. Вопреки торговым условиям, расходы на facility management будут аккумулированы и станут источником дохода, из которых частный сектор будет финансировать свой будущий заработок, а потому необходимо точно знать их будущую чистую настоящую величину уже в процессе исходных контрактных переговоров. Каждый опытный facility менеджер отдает себе отчет, что не совсем естественно, угадать точно весь риск. К концу восьмидесятых годов и до нового миллениума, начали определенные предприятия частного сектора идентифицировать аппликацию типа PFI без собственного имущества и делопроизводства facility management. В месте где было включено наличие собственных части имущества, финансовые директора и управляющие служащие могли выбрать растущую прибыль для инвестирования в собственные процессы, которые были реализованы эффективнее обратной арендой, в то время как одновременно снизился риск потери собственности. Некоторые планы стали известны как фирменный PFI. Аббатская национальная строительная организация („The Abbey National Building Society“) и Британский телеком („British Telecom“) это два примера крупных британских организаций, где приняли данные стратегии.

2. Производственная основа представителей услуг facility management

Обеспечение производства и ведение недвижимым имуществом составляют деятельности такие как, например обеспечение содержания строительных элементов объекта, уборочная работа, пожарная безопасность, оптимальное расположение и использование имеющихся площадей, отчетность, налоговая проблематика, страхование. Собственный рабочий прием чаще всего касается:

- создание плана работы и финансовой сметы в взаимодействии с клиентом,
- составление месячной финансовой сметы — план использования, включая регулярной актуализации его использования,
- сотрудничество и возможное участие на совещаниях верховного управления клиентом,
- выдвигание системного контроля и обеспечение исполнения законодательства,
- при сотрудничестве с персональным отделением следование и обеспечение всеми необходимыми обучениями ведущих работников и работников, или в случае и заочных работников,
- собственный план расходов FM и их соблюдение,
- тендеры при реализации плана работ,
- договора с внешними поставщиками,
- договора на энергию – электрическую энергию, газ, воду, и т.д.,
- обеспечение административным управлением – строительная отрасль, гигиена, окружающая среда и т.д.,
- командная работа с соответствующими специалистами касающихся планированного ремонта, расширения или изменений в производстве и т.п.,
- обеспечение непланированной деятельности мимо рамки годового договора — дополнительный заказ,
- оценка отдела FM включая сотрудничество с клиентом.

3. Основа управления вспомогательными процессами

Целью управления вспомогательной деятельностью (facility management) является планирование, организация, ведение и контроль их процесса в рамках предприятия с соответствующим core business. В данном современном управлении предприятия должен и такой инструмент приобретать новые формы. Речь идет в применении менеджмента как такового, который в своей разработанной форме широко координирует производственные факторы, процессное управление и рабочую среду с помощью визуализации информации, связей и отношений. Выходит из зарубежного опыта, что facility management метод, который в совершенстве согласует служащих, рабочую среду и процессы внутри организации, а именно так, что

- специфические элементы управления вспомогательными процессами представляют собой опорной точкой для facility management;
- следует сравнить реализованные итоги целого процесса вспомогательной деятельности с ожидаемыми, требуемыми или же необходимыми итогами;
- искать причину во всех мечтах, где бы могло применится деформирующее влияние индивидуальных интересов, нужд и других побуждений не только участников контролируемого процесса, но и целого окружения;

- наконец определить способности всех частей управляемого объекта для собственной выдачи управленческой информации, их управления сверху, как и для возможной актуализации направлений и целей.

Инициатором данного процесса является facility менеджер, который имеет соответствующее правомочие (способность) для отвечающей ступени управления:

- стратегическое управление – facility corporate менеджер, член управления, который отвечает за стратегию вспомогательной деятельности и управляет остальными уровнями;
- тактическое управление – facility менеджер, профессионал, которое обеспечивает оптимальное и экономически эффективное управление всем имуществом и необходимыми службами в организации;
- оперативное управление – перволинейный уровень управления, обеспечивающий каждодневный ход организации по объекту (facility объект менеджер) или профессия — компетенция (производство и содержание, недвижимости, людского источника и факторов среды, планирования и менеджмент проекта, функция и режим устройства, финансы (обеспечение и наблюдение), обсуждение качества и инноваций, коммуникации).

Facility менеджер как соноситель общественного движения не может быть ограничен только на задачу управляющего объектом, принужденного к обучению, мотивации и возможно к дальнейшему предметного влияния в подсистемах вспомогательных процессов. Человек всегда вносит в отношения и свою эмоциональность, чем часто может быть изменено направление и характер его деятельности. При исследовании реальной копии и целого объема влияния т.н. людского показателя в управляемых вспомогательных процессах следует считаться с тем, что в сравнении с опрятными моделями первичной деятельности, как в качестве системы рационально разделенной стоимостной деятельности, будет конкретная реальность вспомогательных процессов влиять довольно чужеродно или же недостоверно. Судя по отдельным вспомогательным функциям (служб объекта) можем говорить о системе введения (см. 8 основных), которые далее подразделяются на 22 процесса и 186 функций. Судя по характеру клиента и требованиям к передаче управления (facility management), воспринимаем данный момент идущей передачи ответственности за вспомогательные процессы как момент рыночного доверия и возникновение стратегического альянса. Доходит к передаче ведения, ответственности в управлении и полным смысла и направлением требований на снижение расходных затрат. Принципиальные различия между обоими субъектами стратегического альянса делятся на:

Деятельность	Процессный менеджмент	Facility management
1. Принцип влияния	совмещенность	будущее
2. Решение	ориентация на вывод	ориентация на вывод
3. Момент воздействия	после поломки	перед поломкой
4. Эффект	отстранение	профилактика

С точки зрения процессного управления различаются следующие информационные системы:

- система транзакций данных (TPS) – чем подразумевает широкий объем информации оперативного характера проводимого на низких уровнях иерархической построения организации. Речь идет об оформлении документов, коммуникационной

системе и системе поддерживаемой software. В данном смысле рассчитывается рядовая информация из плана и наличие в данной области, и информацию предоставляемую системой CAFM/CIFM и его следующими подсистемами (см. далее);

- менеджерские информационные системы (MIS) – здесь взвешиваются данные и информации со значительным перевесом проведения на средних уровнях иерархического построения организации, которую далее можно делить для обеспечения информационной поддержки сравнительно стандартных менеджерских задач:

- планирующие и решающие делопроизводства
- делопроизводства, обеспечивающие калькуляцию и процесс подсчета хозяйственного итога

- делопроизводство персоналистики, оплаты труда
- системы, ориентированные на оценку
- экспертные системы;
- менеджерские информационные системы – здесь подразумеваем системы информации, которые выходят из

- стоимостной цепи предпринимательской процесса для поддержки принятия решения:

- система для поддержки принятия решения (TPS)
- экспертные системы (ES)
- системы для поддержки верховного управления (EIS)
- системы для facility процессов, направленные в основном на расходы, которые служат менеджменту в следующих областях:

- поддержка канцелярской деятельности
- системы внутренней и внешней коммуникации (EDI).

На самом деле используемая информация для непосредственного управления facility процессами можно получить при разделении значимых аспектов требуемой компетенции на основе аудита (выходных величин). С учетом того, что facility процесс управляем общественным процессом, который в первую очередь характерен тем, что на обоих его полях есть людской фактор с субъективным вложением для исполнения управляющей и исполнительской деятельности, следует при создании системы информации брать в расчет данный фактор и искать минимизацию отрицательных сторон в данной деятельности составлением руководства, как в качестве управляющей системы для внутрихозяйственного компонента — следовательно и для отдела facility менеджеров. Руководство является исходным пунктом для создания собственных управлений информацией, которая осуществляется деятельностью целой управляющей структурой. Свою задачу руководство по управлению исполняет тем, что трансформацией основной информацией управления приходящей од высших отделов управления устанавливает комплекс своих собственных информации об управлении, объем и состав выводов для всех частей управляемого объекта,

- планирует условия реализации для деятельности отдельных частей, включая организацию и координацию сроков,

- контролирует результаты процесса реализации у отдельных частей, как и их сыгранность (временную, пространственную и предметную) в целом управляемом секторе и балансирует эвентуально необходимые коррекционные и стимулирующие

мероприятия (снова созданием соответствующих управленческой информации), а именно с вниманием на состав и объем требуемой производительности и с расчетом на установленные временные (координационные) требования,

- модифицирует ранее установленные цели в случаях:
- возникновения новых ситуаций под влиянием реализации или же нереализации предполагаемых итоговых величин
- в частичном элементе управляемого сектора,
- в целом управляемом секторе деятельности,
- наступивших изменений в окружении управляемого объекта.

Обеспечение вспомогательными процессами на профессиональном уровне, позволяющем организации сосредоточиться на основной производственной деятельности – (business core) может обобщить под понятием Facility management. Данный способ управления использует уже ряд организаций, а именно часто сектор услуг:

- финансовые учреждения,
- административные центры,
- торговые центры,
- больницы, университеты,
- государственные учреждения,
- промышленные предприятия.

Facility management можно представить как область⁹, которая оптимизирует вспомогательные процессы в организациях с расчетом на организацию и экономию. Целью является эффективно поддерживать основные производственные процессы организации. Область, которой facility management занимается, довольно широкая. К главным задачам facility менеджмента относятся:

- финансирование оборудования и оснащения,
- выбор, аренда и ведение недвижимости,
- выбор мебели, оборудования и внешних услуг,
- строительство, реконструкция и переезд,
- здоровье, безопасность, охрана,
- становление организационных правил и методов,
- измерение и управление качества среды,
- архитектура, инжиниринг,
- пространственное планирование и управление,
- режим зданий, ухода и ведения,
- контроль за торговыми услугами (копирование, транспорт, уборка, питание),
- телекоммуникация,
- окружающая среда.

Отдельные области модифицированы по образу конкретных условий и требований. Например, перечень уборочных работ устанавливает потребности внутренних и внешних пространств. Между функциями уборочных услуг относятся и обеспечение вывоз отходов, логистика гигиенических потребностей, истребление грызунов, дезинфек-

⁹ Определение IFMA ((International Facility Management Association): „Метод, как в организациях взаимно согласовать персонал, рабочую деятельность и рабочую среду, которая в себя включает принципы торгового администрирования, архитектуры, гуманитарных и технических наук.“

ция и т.д. Забота о растениях в случае может поменяться на самостоятельную главу садовой работы¹⁰. Организация услуг не обладает производственной основой и потому обеспечение услуг вспомогательного характера является для нее на столько отдалено от основной деятельности. Единый взгляд facility management на эти процессы позволяет организациям услуг сосредоточиться на основном процесс предоставления услуг. К основным решениям относится установление вида и объема деятельности, которую лучше решать способом поставки (аутсорсинг). Цена, аутсорсинговой деятельности должны были быть обеспечены дешевле, нежели если были бы производимы собственными силами и не только из моментальной оценки, но и с долгосрочного вида. Качество внешне обеспечиваемых услуг снова должна была бы сопоставима с составом, если бы данные функции были внутренне обеспечены. Развитие рынка однозначно направлен к специализации, которая побочно обеспечивает большую профессиональность, знание и качество. Правилom должно было быть то, что фирмой, от которой была услуга куплена, должна была быть организацией, в ней данная деятельность является основной предпринимательской деятельностью. Внешняя сервисная организация должна была бы гарантировать коммуникацию и сервисное обеспечение оутсорсинговых функций на целые 24 часа. Если это возможно, то уместно дать предпочтение оутсорсингу всех функций (которые организация не желает сама обеспечивать) с помощью одной внешней организацией.

Все услуги предоставлены в определенном пространстве, для их обеспечения необходимо недвижимое имущество. Здания все более оборудованы современными технологиями, их неотъемлемой частью являются электронные управляемые элементы и целые управляющие системы а не содержание все больше налагаются высокие требования в рамках внедрения стандартов качества и окружающей среды. Именно недвижимое имущество может составлять в организациях услуг значительную часть имущества, в случае аренды значительную часть постоянных расходов. Обеспечение режима и ведение недвижимого имущества составляет функции: например обеспечение содержания строительных участков объекта, пожарная безопасность, оптимальное расположение и использование имеющихся площадей, наличие, налоговая проблема, страхование. В организациях услуг, где служащие имеют исключительную задачу благодаря прямым контактам с заказчиками, важно, чтобы работники разделяли параметры организации и их предназначение. Важно, чтобы понимали свое положение в процессе предоставления услуг и были мотивированы к достижению как можно высоких стандартов качества. Активная задача служащих должна была бы быть поддерживаема управлением организации созданием благоприятных рабочих и социальной среды. Следует создать такие условия, чтобы работники чувствовали интерес и опеку и со стороны работодателя. Если же о работниках хорошо позаботились, так же и они будут применять подобный подход к заказчикам. Конечно же как и в других областях деятельности организации существуют здесь системы использующие преимущества информационных технологий (ИС/ИТ). Методы управления вспомогательных процессов, практикован-

¹⁰ Например, далее объем активностей, скрывающихся под названием безопасность довольно широк и разнообразен. Вместе с „хранением“ можно включить в эту категорию и управление работой логистики объекта: деятельность администрации, контроль посещений, управление парковкой и т.п. Административная поддержка включает в себя услуги регистратуры, поставки канцелярских нужд, инвентаризацию, архивацию, ликвидацию и деятельность, требующую большего профессионального вмешательства: обеспечение телекоммуникационных услуг, сору-shop, аренда канцелярской техники и т.д.

ные с помощью бумажного наличия имущества в регистраторе, различных журналах, листовой системе, настенных вывесок и ряд недостаточно учтенной документации, не могут быть уже во время, где решающей является своевременная информация, достаточными. Поэтому сейчас в большей мере начинают использовать т.н. CAFM (Computer Aided Facility Management) системы, которые предоставляют отделению facility менеджмента совокупную информацию для эффективного управления и оптимизации данных побочных функций и процессов. Несмотря на то, что побочные функции и процессы своими расходами и результатами значительно участвуют на целом производстве организации, их оптимизации и управлению не уделяется должное внимание. Хотя данные функции и воспринимаемы как вспомогательные, но со своими расходами и результатами значительно участвуют в целом ведении хозяйства организации. Оптимизация их управления на основе facility management приносит:

- восстановление производственных расходов
- понижение пространственных требований
- стратегический обзор для планирования
- уточнение бухгалтерии и инвентаризации
- разделение арендной платы и амортизационного отчисления
- оптимализация средств
- точную адресованность расходов.

Организация услуг часто используют профессиональные услуги предоставляемые организациями, их главной деятельностью являются функции относящиеся к facility management. Организация, обладающая высшим объемом недвижимости, использует так же возможности собственного потенциала созданием собственного отдела facility management, который управляет и координирует вспомогательные функции как производимые собственными силами или обеспечивают их покупку. Пример следующих возможностей является ситуация в Коммерческом банке, АО. Та для производительности вспомогательных функций создала дочернюю организацию, которая в 100 % владении Коммерческого банка. Вспомогательные услуги были до 2001 года организованы с высокой мерой централизации. Ряд правомочий имела дивизия вспомогательных услуг (ведение, режим работы и содержание имущества, услуги автообслуживания, услуги связи, документации и почтовой работы, услуг материального обеспечения и складского хозяйства, услуги инвестиционного характера, услуги безопасности,...) и часть была рассредоточена на отдельные филиалы, где была данная функция в ведении директора филиала (в основном функции текущего характера). Для улучшения качества исполняемых вспомогательных функций была выбрана концепция, которая основывается в оутсорсингу избранных вспомогательных услуг. Так возник целиком новый предпринимательский субъект со значительными преимуществами (ясная основная функция — избранные вспомогательные функции в Коммерческом банке, возможность исполнения функции, которые Коммерческий банк не мог исполнять например жилищные и торговые услуги, специализация на сферу предпринимательства, которое позволяет предоставить качественные и профессиональные услуги и внешним заказчикам, целосекторное влияние).

Когда начали хорошо работать отдельные функции, путь продолжался к комплексным услугам. И уже здесь встречаемся с facility management, основной идеей которого является создание оптимальные условия для работы основного предмета предпринимательства. И именно в том самом широком смысле. Для нашей практики понятней использовать понятия как вспомогательные процессы или опоры. Целью facility

management является предоставление такой поддержки (опоры), которая увеличит производительность организации. Достижем этого идеальной сыгранностью среды, вспомогательных услуг, процессов и людей работающих в организации. Решение эффективности вспомогательных процессов является довольно сложной проблемой, прежде всего у неприбыльных организаций. Причиной их заведения не является достижение прибыли, но больше обеспечение общественно полезного задания. То, что на первом месте не финансовые показатели, не значит, что все в порядке, если же организация не направлена на увеличение производительности всех процессов. Именно вспомогательные процессы „отягощают“ бюджет данных организаций. Улучшение их эффективности освободит средства для достижения задач в главной деятельности. Например, больницы являются очень сложным комплексом, который включает широкий спектр функций. Складываются с одной стороны из различных медицинских рабочих мест, как например клиники, самостоятельные primární, лаборатории стерилизации а с другой стороны из цехов, которыми например являются котельные, прачечные, парковка, общежитие, продовольственные цехи. Например, в самом крупном медицинском оборудовании в Чешской Республики в Факультетской больнице в Мотоле, которая состоит из двух соединяющихся моноблоков и несколькими самостоятельными павильонами (2380 постелей), в наличии есть сжигающий цех (установка для сжигания и котельная), прачечная (самый крупный прачечный цех в Праге), продовольственный цех (дневной объем 10 000 блюд), парковка (800 машин), общежитие (1300 мест). Основной сферой деятельности является предоставление медицинской опеки и потому медицинский цех нанимает подавляющую часть специализированных величин больницы (4000 медицинских работников из 5000 служащих). Вспомогательные процессы проходят в рамках величин, которые были созданы во время центрального планирования и были доукомплектованы. Одновременно оборудование в большинстве технически устаревшие, не отвечают требованиям производственным и экономическим. Именно здесь бы использование инструментов эксплуатационного менеджмента принесло ряд эффектов. На основе разбора имеющихся величин (состояния и использования технического оборудования, количества и квалификации работников, рабочих методов, технологических процессов, логистических механизмов, использование преимуществ стандартизованного подхода) позволяет сравнивать достигнутых величин с требованиями больницы и создает пространство для реализации избытков величин на рынке, соведущую к росту производительности данных процессов. Первым шагом является решение, если данные цеха останутся частью больницы или будут арендованы¹¹, или же переведены на другие организации¹², которые бы на долгосрочно договорной основе поставляли больнице свои услуги, что лежит в области стратегического решения. Разбор производственных возможностей должны были бы совместно с финансовым и маркетинговым анализом создавать подоснову для выбора основной концепции решения вспомогательных процессов.

¹¹ Возможность аренды данных объемов ограничена законами о расчетных правилах и имуществе Чешской республики, которые устанавливают аренду максимально на 5 лет. Данный период можно и продлить на 5 лет, но только в том случае, если у гос. учреждений нет иного лучшего применения про данный объем. Оборудования уже технологически устарели и нуждаются в модернизации, что про арендатора означает инвестиция. (диссертационная работа Инженера Х. Свободовой).

¹² Продажа трафика обусловлено решением Правительства Чешской Республики

Facility management открывает новую точку зрения на управление вспомогательных процессов. Эти процессы для организации являются уже традиционной областью, в которой как в черном ящике внешне исчезает без эффекта на главный предмет предпринимательства ничтожная часть расходов фирмы. А поэтому логично, что в современной конкурентной среде, где расходы относятся к решающим факторам успеха организации, накопления должны быть в этой области предметом интереса менеджмента. Вернемся ли к значимому понятию facility management, речь идет о управлении и производительности вспомогательных процессов на одинаковом качественном уровне, как ключевые процессы основного предмета предпринимательства. Вкладом facility management является лучшее использование площадей, оборудования и инвентаря, высшее качество рабочей среды и освобождение менеджмента от решений ряда банальных текущих проблем. Последний указанный эффект часто недооценен, но зачастую бывает крупным. Менеджмент сэкономленное время уделяют для развития ключевых работ, а тем самым способен значительно увеличить эффективность собственного предпринимательства. Результатом введения facility management потом не экономия расходов, но большая производительность и прибыль организации.

В данное время встречаемся с интересной ситуацией на рынке. Потенциальные заказчики начинают понимать, что нуждаются в эффективном управлении и производительности вспомогательных услуг. Рождается сознание потребности, но, несмотря на это спрос на рынке очень маленький. Представители услуг в области facility management напротив этому предлагают свои услуги очень мало, предложение очень слабое. Одни это аргументируют, что „нет необходимых услуг на рынке“ другие же отвечают „мы бы смогли это доказать, но на рынке нет интереса“. Вопрос, кто прав. Позволю предложить свой вариант ответа: оба. Примером может быть со стороны потенциальных покупателей, например организация SODEXHO, которая у нас известна предоставлением продовольственных услуг и продажей талонов на питание, но во всемирном измерении относится с более 270 000 служащих к крупнейшим представителям почти 150 видов услуг относящиеся к области facility management. С развитием целого портфеля услуг ожидается, пока создастся достаточно сильный спрос. На стороне потенциальных заказчиков может быть примером организация из крупных отраслей энергетики, автомобильной промышленности и т.п., которые имеют сравнительно ясно в своих потребностях, но при конкретном зондировании чешского рынка не нашли пока партнера готового предоставить комплексные услуги на необходимом уровне.

Аналогичный подход включает в себя понятие PPP (Public Private Partnership). PPP¹³ есть договорное соглашение между общественным сектором и представителем частного сектора об обеспечении общественных услуг со стороны частного поставщика. Эти проекты встречаются в области транспортной инфраструктуры, просвещения, здравоохранения, и т.д.¹⁴ Одним из них, например проект предоставления энергетических услуг в Факультетской больнице в Мотоле, где частное лицо обязывается на базе

¹³ Расширение зависит на изменения законодательства (закон о поставке общественных заказов, закон о имуществе государства, концессионный закон, закон о бюджетных государств и закон о бюджетных превилах краев и другие.

¹⁴ Договор о PPP обуславливается долгосрочной длительностью и общественно управленческие органы должны заранее предоставить поставщику очень точную спецификацию услуг, которые частный поставщик будет в течение продолжительности договора предоставлять. Договорная оплата обычно структурирована так, что общественно управленческие органы или пользователи платят только за предоставленные услуги, а не за активы необходимые для предоставления услуг. У PPP обычно подразумевается, что частный партнер понесет ответственность за строительство новых или перестройку имеющихся актив, которые по окончанию договорного отношения чаще всего переведены на общественный сектор.

„energy performance contracting“¹⁵ поставлять энергию подле согласенных накопительных и качественных указателей.

Заключение

Вспомогательные процессы в организациях не могут быть успешными, до тех пор пока люди – как и единицы, так и коллектив – не направятся в верный момент на верные детали. Путь от функционального концепта управления целого производства к ключевым подробностям вспомогательных функций для действующих менеджеров будет долгим. Будет нужным пересмотреть целый широкий состав фактов и идей, причем количество их комбинаций и перестановок в основе своей бесконечны. Будет нужным взвесить весь риск и его возможные последствия. Будет нужным пройти всеми этими возможностями и выбрать те, которые для вспомогательной деятельности важны. Для них будет нужно найти соответствующие люди, присмотреться на которых будет нужно, чтобы работа была по времени согласована. Данный решающий процесс требует:

- тщательных знаний предприятия и его окружающей среды;
- способность верного заключения о людях – о их потенциале, надежности, преимуществах и слабостях;
- интенсивное сосредоточение и интенсивную мыслительную работу и исключительное умение вести открытый и вещественный диалог.

Мы не знаем другой интеллектуально трудной работы. Управление не опирающейся о нацеленную концепцию facility management, экономику предприятия и другие спектры просвещения и индивидуального опыта включая позитивного fideismu в будущий успех является не полным и не эффективным. Без способности обеспечить доведения вещей до успешного конца остальные качества способности выйдут напрасными.

Библиографический список

1. Выскочил, В.К.+ Штруп, О.: Вспомогательные процессы и сокращение накладных расходов (Facility менеджмент). Professional Publishing Прага, 2003. ISBN 80-86419-45-2.
2. Выскочил, В.К.+ Штруп, О.+ Павлик, М.: Facility Management и Private Public Partnership. Professional Publishing Praha, 2007. ISBN 978-80-89646-34-4.
3. Выскочил, В.К.: Facility management и законодательство. Объединение EVIDA Пльзень, Сборник 1. международной научной конференции JUMAN 04, Прага 21. 10. 2004, ISBN 80-86596-52-4, стр. 261-269.
4. Марек, К.: Торгово-правовые договора.
5. Актуализованное издание, MU в Брно 2004, ISBN 80-210-3371-1, стр. 316.

¹⁵ При „energy performance contracting“ обе стороны стараются об экономии энергии, которую потом используют в финансировании модернизации энергетического оборудования. Данный тип договора в данное время наилучше работает у остальных предприятий, как например больницы и школы, которые имеют напряженный бюджет. Помогает реальность, что при ЕРС не нуждаетесь практически ни в каком начальном капитале.

Новые технологические решения в заготовке, переработке и отделке древесины

Бетковский В.В., Гиндулин И.К., Дедков А.А., Пономарев О.С.,
Юрьев Ю.Л. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) charekat@mail.ru

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БЕРЕЗОВОГО ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПИРОЛИЗА *DEPENDENCE OF BIRCH CHARCOAL QUALITY FACTORS ON FINAL TEMPERATURE OF PYROLYSIS*

На территории уральского региона доминирующей лиственной породой является береза. В отличие от хвойных пород, древесина березы не находит широкого применения. В то же время древесина березы является наиболее подходящим сырьем для производства высококачественного древесного угля. Древесный уголь (ДУ), в свою очередь, находит широкое применение в различных отраслях народного хозяйства, например, в металлургии, производстве нанопористых материалов и др.

Основными показателями, определяющими качество ДУ, являются зольность, содержание нелетучего углерода, насыпная и кажущаяся плотности, суммарный объем пор. Все эти показатели зависят от множества факторов, наиболее важным из которых является конечная температура пиролиза.

Нами изучено влияние конечной температуры пиролиза на основные показатели качества березового угля.

Исследуемый уголь был получен в реторте с внешним обогревом. В качестве сырья использовалась стволовая березовая древесина в воздушно-сухом состоянии.

Зависимость выхода ДУ от конечной температуры пиролиза березы показана на рисунке 1.

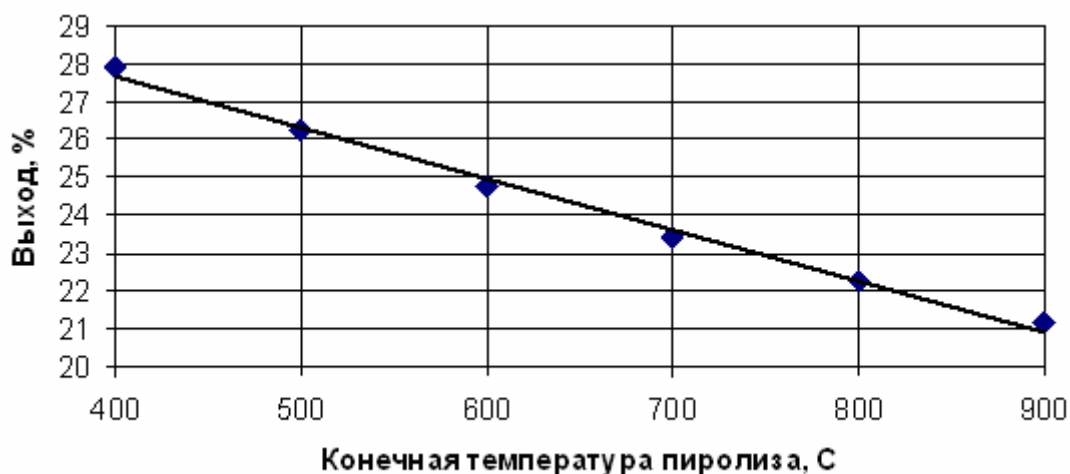


Рисунок 1 – График зависимости выхода угля из древесины березы от конечной температуры пиролиза

Расчеты показали, что выход ДУ (%) из березовой древесины в зависимости от конечной температуры пиролиза можно описать следующим линейным уравнением (с достоверностью 0,95):

$$B = -1,3437T + 28,995$$

где B – выход угля из древесины березы, %
 T – конечная температура пиролиза, °С.

Одним из наиболее важных показателей качества ДУ, особенно при использовании его в металлургии, является содержание нелетучего углерода. Зависимость содержания нелетучего углерода от конечной температуры пиролиза показана на рисунке 2.

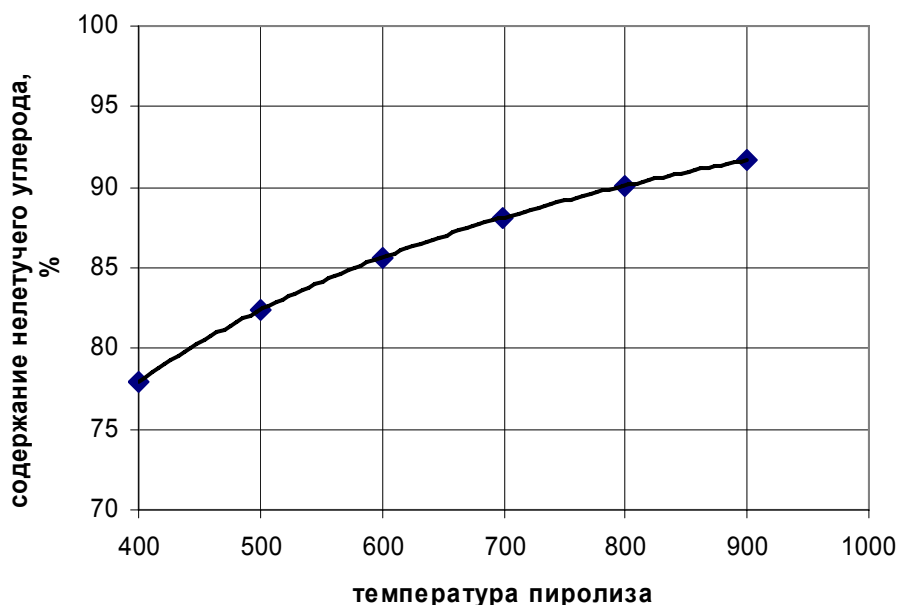


Рисунок 2 – График зависимости содержания нелетучего углерода от конечной температуры пиролиза

Содержание нелетучего углерода характеризует наличие угля с упорядоченной структурой. При конечной температуре пиролиза выше 700 °С содержание нелетучего углерода в березовом угле изменяется незначительно.

Расчеты показали, что содержание нелетучего углерода в зависимости от конечной температуры пиролиза можно описать следующим гиперболическим уравнением (с достоверностью 0,95):

$$НУ = \frac{T}{1,3843 + 0,009368 * T}$$

где $НУ$ – содержание нелетучего углерода, %
 T – конечная температура пиролиза, °С.

Зависимость зольности ДУ от конечной температуры пиролиза показана на рисунке 3.

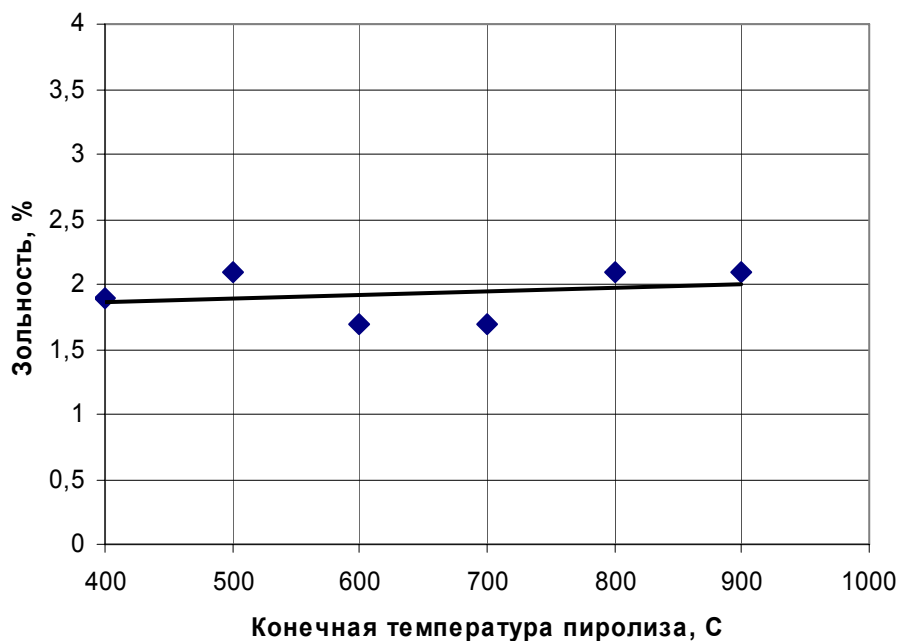


Рисунок 3 – График зависимости зольности ДУ от конечной температуры пиролиза

Зольность древесного угля напрямую зависит от зольности исходной древесины. Минеральная часть остается в угле и обратно зависит от выхода ДУ. Для получения ДУ с зольностью, не превышающей требования стандарта, желательно для пиролиза перерабатывать древесину с минимальной зольностью.

Изменение зольности березового угля в зависимости от конечной температуры пиролиза подчиняется следующему линейному уравнению (с достоверностью 0,95):

$$Z=0,0003T+1,7476$$

где Z – зольность см³/г;

T – конечная температура пиролиза, °С.

Зависимость насыпной (НП) и кажущейся (КП) плотности ДУ от конечной температуры пиролиза показана на рисунке 4.

Кажущаяся и насыпная плотность ДУ уменьшается с ростом конечной температуры пиролиза, так как раскрывается первичная пористая структура вследствие выгорания фрагментов матрицы ДУ с менее упорядоченной структурой.

Исследования показали, что при увеличении конечной температуры пиролиза происходит незначительное уменьшение насыпной и кажущейся плотности. Это изменение подчиняется следующим линейным уравнениям (с точностью 0,95):

$$\text{НП} = - 0,0929T+282,52$$

где НП – насыпная плотность, г/л;

T – конечная температура пиролиза, °С.

$$\text{КП} = - 0,0829T+445,52$$

где КП – кажущаяся плотность, г/л;

T – конечная температура пиролиза, °С.

Зависимость суммарного объема пор от конечной температуры пиролиза показана на рисунке 5.

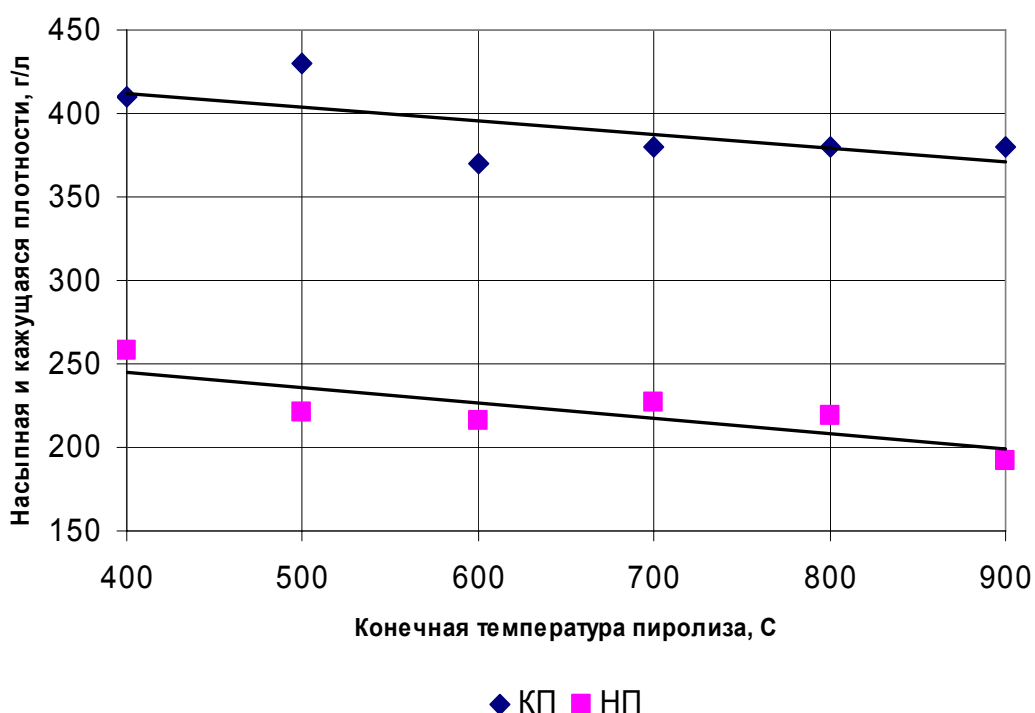


Рисунок 4 – График зависимости насыпной и кажущейся плотности от конечной температуры пиролиза

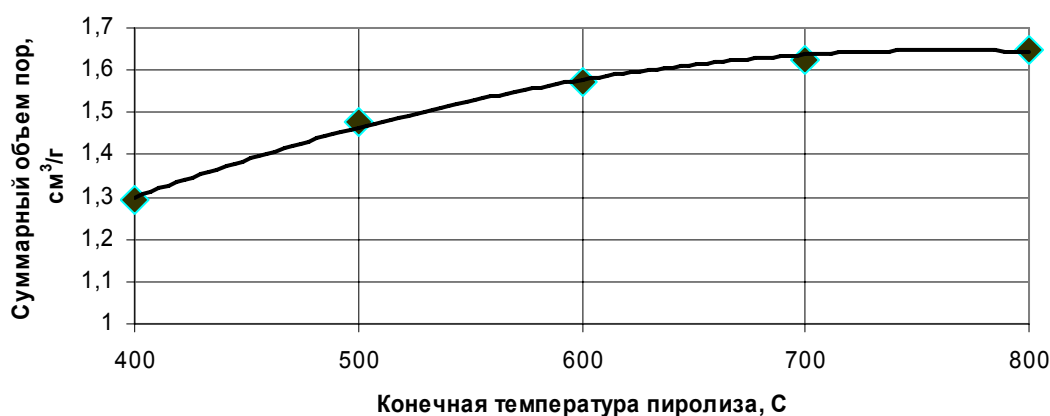


Рисунок 5 – График зависимости суммарного объема пор от конечной температуры пиролиза

Суммарный объем пор увеличивается с повышением конечной температуры пиролиза, т.к. при этом происходит раскрытие первичной пористой структуры.

Изменение суммарного объема пор подчиняется следующему уравнению (с точностью 0,95):

$$\text{СОП} = - 0,000003T^2 + 0,004T + 0,1113$$

где СОП – суммарный объем пор;

T – температура.

Таким образом, зависимость содержания нелетучего углерода в ДУ от конечной температуры пиролиза можно описать уравнением гиперболы, зависимость суммарного объема пор – полиномом второй степени, а зависимость выхода ДУ, зольности, насыпной и кажущейся плотности от конечной температуры пиролиза можно описать линейными уравнениями.

Варанкина Г.С., Брутян К.Г. (СПбГЛТА, г. Санкт-Петербург, РФ)

varagalina@yandex.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ *THE FORMATION OF THE LOW TOXILITY PARTICLE BOARD*

Введение. Как в процессе прессования, так и при эксплуатации изделий, изготовленных из ДСтП, происходит выделение формальдегида, оказывающего вредное воздействие на человека. На интенсивность его выделения оказывают влияние следующие факторы: свойства применяемой смолы и, в первую очередь, содержание в ней свободного формальдегида, количество добавляемого связующего, условия прессования плит (влажность осмоленной стружки, температура и продолжительность прессования), условия эксплуатации плит или изделий из них. В настоящее время к санитарной характеристике плит предъявляют все более жесткие требования. В соответствии с ГОСТ 10632 содержание вредных химических веществ, выделяемых плитами в производственных помещениях, не должно превышать ПДК для воздуха рабочей зоны производственных помещений равной $0,5 \text{ мг/м}^3$, а количество вредных химических веществ, выделяемых плитами в условиях эксплуатации, не должно превышать $0,003 \text{ мг/м}^3$.

Известно большое число природных материалов [3], которые используют в качестве модификаторов карбамидо- и фенолоформальдегидных смол для повышения эффективности их применения в производстве древесностружечных плит, одними из них являются шунгиты [4]-комплексный сорбент, катализатор или носитель катализаторов, обладающий одновременно свойствами углеродных и силикатных материалов. Шунгиты позволяют уменьшить токсичность плитных материалов и ускорить процесс их отверждения. Известно [5], что нагрев древесного пакета не только интенсифицирует процесс его склеивания, но и снижает модуль упругости, сопротивление сжатию при прессовании [2], изменяется кинетика формования материала. Представляется возможным уменьшать давление плит пресса на нагретый пакет, снижая затраты энергии на изготовление древесностружечных плит.

Целью работы является снижение токсичности древесностружечных плит путем модификации связующего шунгитами.

Методика проведения исследований. Для проведения исследований использовали карбамидоформальдегидную смолу марки КФ-МТ-15, а в качестве активного наполнителя – шунгитовые сорбенты.

Кремнеуглеродистый каркас шунгитов строится из элементарных звеньев, которые упакованы не плотно, создавая свободные полости, соединяющиеся каналами. В эти каналы и полости в зависимости от размеров могут проникать молекулы-адсорбаты. Одни молекулы проникают, другие нет; шунгиты характеризуются избирательной адсорбцией, получившей название “молекулярно-ситового эффекта”. Природные шунгиты экологически безвредны, не канцерогенны и не радиоактивны.

В лабораторных условиях изготавливали трехслойные древесностружечные плиты толщиной 16 мм с использованием в качестве наполнителя шунгитовых сорбен-

тов с размером частиц от 0,02 до 0,08 мм в количестве от 0 до 15 мас. ч. на 100 мас. ч. связующего. Испытания плит проводили в соответствии с ГОСТ 10633 «Плиты древесностружечные. Общие правила подготовки и проведения физико-механических испытаний»

Результаты исследований и их анализ. Результаты исследований представлены в таблице 1. Их анализ показывает, что с увеличением количества вводимого в смолу наполнителя содержание свободного формальдегида снижается с 0,2 до 0,03 мг/м³ при этом повышается прочность и уменьшается разбухание древесностружечной плиты. Улучшение физико-механических свойств ДСтП, склеенных на модифицированном шунгитами карбамидо-формальдегидном связующем (КФС), может быть объяснено высокой реакционной способностью активного наполнителя, степень влияния которого зависит от продолжительности и температуры прессования, дисперсности и количества вводимых шунгитов. На наш взгляд, их введение в состав КФС повышает степень структурирования полимера, снижается количество гидрофильных метилольных групп, увеличивается молекулярная масса и когезионная прочность отвержденного клея. В результате обработки экспериментальных данных, полученных на основе реализации плана Хартли-5, выведены уравнения регрессии в виде:

$$y_1^{c_{cf}} = 1,988 - 0,0391X_1 - 0,1797X_4 - 1,555X_5 + 0,0464X_2^2 - 0,00002X_3^2 + 0,0017X_2X_3 + 0,0222X_4X_5$$

$$2,5 \leq X_1 \leq 15; 2,5 \leq X_2 \leq 3,0; 190 \leq X_3 \leq 220 ; \\ 2 \leq X_4 \leq 4; 0,02 \leq X_5 \leq 0,08$$

где $y_2^{c_{cf}}$ – содержание свободного формальдегида, %;

X_1 – количество вводимого наполнителя, мас.ч.;

X_2 – давление прессования, МПа;

X_3 – температура прессования, °С;

X_4 – продолжительность прессования, мин;

X_5 – дисперсность частиц наполнителя, мм.

Используя методы поиска оптимальных значений переменных факторов и соответствующих им значений показателей эффективности, находим требуемые параметры клеевой композиции и режима прессования (таблица 2).

Требуемое в начале процесса давление прессования 2,2 МПа (табл. 2), по мере нагрева пакета и уменьшения модуля упругости древесины может быть снижено по закону релаксирующих напряжений [2, 5].

Выводы

1. Применение шунгитов в качестве реакционно-способных наполнителей карбамидоформальдегидных смол позволяет снизить токсичность древесностружечных плит. Содержание свободного формальдегида выделяемого плитами уменьшается с 0,2 до 0,03 мг/м³, при этом улучшаются физико-механические свойства плит.

2. В результате ускорения процесса склеивания и изменения графика наложения давления возможно снижение энергоемкости процесса на 5 ÷ 7 %.

Таблица 1 – Результаты исследования влияния количества вводимого в смолу КФ-МГ-15 наполнителя на свойства древесностружечных плит

Количество наполнителя, Н, мас.ч. на 100 мас.ч смолы	Свойства древесностружечных плит														
	Содержание свободного формальдегида, С _ф , мг/м ³			Прочность при статическом изгибе, σ _и , МПа			Прочность при растяжении перпендикулярно пласти, σ _р , МПа			Разбухание, ε _р , %			Водопоглощение, ω _н , %		
	Среднее значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации	Среднее значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации	Среднее значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации	Среднее значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации	Среднее значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
0	0,2	0,84	16,1	17,9	2,95	11,5	0,33	0,027	8,2	15,1	1,1	9,0	39,3	6,9	32
2,5	0,16	0,85	16,2	19,6	2,3	8,9	0,34	0,032	9,4	13,5	0,49	4,0	28,6	2,87	13,6
5,0	0,13	0,85	16,2	24,4	0,49	1,9	0,34	0,032	9,4	13,0	0,30	2,5	21,5	0,18	0,85
7,5	0,09	0,85	16,3	27,6	0,72	2,8	0,35	0,036	10,3	12,1	0,04	0,33	17,6	1,28	6,0
10	0,06	0,86	16,4	31,8	2,3	8,9	0,36	0,039	10,8	11,2	0,4	3,28	15,6	2,0	9,5
12,5	0,03	0,86	16,4	30,1	1,66	6,45	0,37	0,043	11,6	10,5	0,64	5,25	13,5	2,8	13,3
15	0,03	0,86	16,4	28,6	1,1	4,28	0,37	0,043	11,6	9,9	0,87	7,13	11,0	3,7	17,6

Таблица 2 – Расчетные значения исследуемых параметров технологического режима склеивания ДСтП

Наименование влияющего фактора	Обозначение фактора	Размерность	Значение
Количество вводимого наполнителя	X ₁	мас.ч.	10
Давление плит пресса на пакет	X ₂	МПа	2,2
Температура плит пресса	X ₃	°С	190
Продолжительность прессования	X ₄	мин	3
Дисперсность частиц наполнителя	X ₅	мм	0,02

Библиографический список

1. Высоцкий А.В., Варанкина Г.С., Каменев В.П. Высокоэффективная добавка в карбамидоформальдегидные связующие для производства низкотоксичных ДСтП. *Деревообрабатывающая промышленность*, №4, 1996-с. 22-23
2. Чубинский А.Н., Ермолаев Б.В., Каратаев С.Г., Чубов А.Б., Курочкина В.А. Обоснование давления прессования древесностружечных плит.// *Технология и оборудования деревообрабатывающих производств. Межвуз. сб. научн. трудов.* Л.: ЛТА, 1987 - с. 45-47.
3. Чубинский А.Н., Варанкина Г.С., Брутян К.Г. Совершенствование технологии склеивания фанеры. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, №179. СПб.: СПб. ГЛТА, 2007- с. 167-175
4. Глебов М.П., Брутян К.Г. Анализ природных минеральных модификаторов для клеящих смол. // *Первичная обработка древесины: лесопиление и сушка пиломатериалов.* СПб.: СПб. ГЛТА, 2007- с. 31-35.
5. Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины. СПб.: СПб. ГУ, 1992-164 с.

Ветошкин Ю.И., Мялицин Ан.В., Самойленко А.П.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) andreimtd@mail.ru

**ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ
RESPECTIVE OF CREATION MATERIALS BASED ON WOODEN
WASTES**

Стратегическим направлением развития лесопромышленного комплекса России принято приоритетное расширение глубокой химико-механической и механической переработки древесины с максимальным вовлечением мелкотоварной древесины, а также производство тепловой и электрической энергии из низкосортной древесины.

Продукция глубокой переработки древесины является конкурентоспособной и высококорентабельной, что обеспечивает выход ее на российские и зарубежные рынки и приносит устойчивые положительные финансовые результаты. Кроме того, при совре-

менных железнодорожных тарифах перевозка продукции глубокой переработки значительно эффективнее, чем перевозка круглого леса.

Одним из наиболее эффективных и рациональных направлений по переработке древесных отходов и низкосортной древесины во всем мире является производство древесных плит. При производстве плитных материалов актуальная проблема – получение материалов с новыми заранее задаваемыми свойствами, способными расширить их область применения.

Основная характеристика древесных плитных материалов на основе древесины приведена в таблице 1.

Для расширения ассортимента и рынка сбыта готовой продукции был проведен поиск новых областей использования древесных плитных материалов в строительстве.

Результаты поиска показали, что область обустройства помещений для защиты от рентгеновских излучений мало изучена, существующие средства защиты имеют различные недостатки (одни недостаточно долговечны, другие неудобны в процессе использования и монтажа, третьи – недостаточно привлекательны по цвету, фактуре, четвертые – дороги, пятые – имеют в своем составе экологически вредный свинец и его соединения). В связи с чем, было принято решение о разработке древесных плитных материалов с рентгенозащитными свойствами.

Рентгеновские кабинеты различного назначения должны иметь обязательный набор передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты, приведенных в СанПиН 2.6.1.1192-03. Защитная эффективность передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты персонала и пациентов, выраженная в значении свинцового эквивалента, не должна быть меньше значений, указанная в таблице 2.

Проведя научно-исследовательские работы, был разработан композиционный рентгенозащитный материал – ПЛИТОТРЕН.

ПЛИТОТРЕН – композиционный материал, аналог древесностружечной плиты, обладающий высокими защитными свойствами от рентгеновского излучения [1].

Разработанный материал обладает высокими физико-механическими и рентгенозащитными свойствами (таблица 3).

ПЛИТОТРЕН можно облицовывать и производить отделку разнообразными лакокрасочными материалами, изготавливать из него конструктивные материалы (стеновые панели, ширмы, экраны и т.п.), таблица 4.

Разработанные композиционные материалы могут быть использованы как защитные материалы от рентгеновского излучения, для их изготовления можно использовать отходы деревообработки. Степень защиты полученного материала от рентгеновского излучения можно регулировать в зависимости от требований заказчика. Проведенные поисковые, экспериментальные работы показывают о перспективности производства данного материала.

Таблица 1 – Область применения плитных материалов

Виды плитной продукции	Область применения
Древесноволокнистые плиты (ДВП)	мебельная промышленность (задние стенки корпусной мебели, днища ящиков и т.п.) и столярные изделия; строительство и домостроение (элементы полов, перегородок, дверей, ограждающие конструкции и т.п.); вагоностроение и автомобильное машиностроение; тара и упаковка.
Древесноволокнистые плиты сухого способа производства (MDF)	фасады корпусной мебели, в т.ч. с имитацией филе-нок и различных видов резьбы по дереву; крышки столов и другие малонагруженные функциональные и декоративные горизонтальные элементы мебели; детали корпуса мебели (боковые, нижние и верхние и задние стенки, малонагруженные полки и т.п.); закладные ненагруженные элементы мягкой мебели; паркетные доски, несущие в основном декоративные функции; элементы интерьера, декора, перегородок и др.
Древесностружечные плиты (ДСП)	все несущие и ограждающие элементы корпусной и мягкой мебели; элементы конструкций пола, перегородки, двери; опалубка, детали автомашин, вагонов и др.; элементы интерьера, декора, перегородок и др.
Цементно-стружечные плиты (ЦСП)	составные элементы сэндвич-панелей; элементы конструкций пола, перегородки; опалубка.
Фибролит	теплоизоляционный и звукоизоляционный материал в строительстве, домостроении и временных сооружениях.
Столярные плиты	мебельная промышленность, вагоностроение и судостроение для изготовления перегородок, панелей, полов, дверей и в других элементах конструкций
Древесные плиты из ориентированной крупноразмерной стружки (OSB)	несущие панели перекрытий; несущие стены и перегородки; ограждающие элементы стен и перегородок (наружная и внутренняя обшивка); обшивка и обрешетка кровли и детали стропильной системы; декоративная облицовка стен и потолков. многоцветная опалубка; устройство полов; детали интерьера. нагруженные и длиннопролетные полки; корпуса мебельных изделий; встроенная мебель, двери и дверные полотна.





Таблица 2 – Защитная эффективность передвижных средств радиационной защиты

Наименование	Минимальное значение свинцового эквивалента, мм Pb
Большая защитная ширма	0,25
Малая защитная ширма врача	0,5
Малая защитная ширма пациента	0,5
Экран защитный поворотный	0,5
Защитная штора	0,25

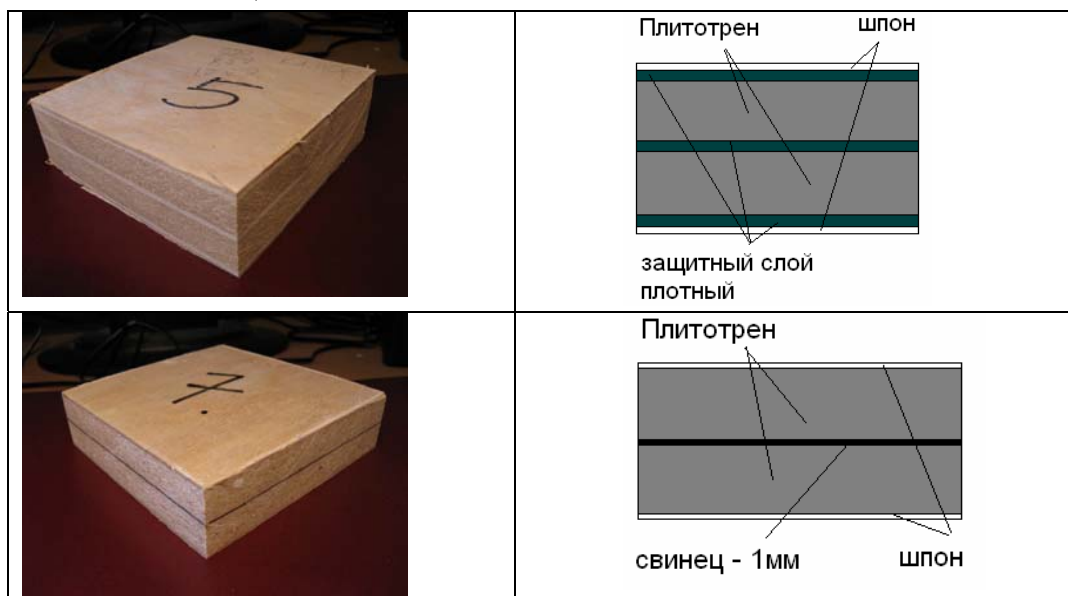
Таблица 3 – Основные технические характеристики плитных материалов

п/п	Наименование показателя	ПЛИТОТРЕН	ДСТП ГОСТ 10632 – 89
1	Влажность плиты, %	6 - 8	8
2	Водопоглощение, %, не более	15	15
3	Разбухание по толщине, %	23	30
4	Предел прочности при статическом изгибе, МПа не менее для толщин 10- 14 мм	16, 38	15,69
5	Плотность, кг/м ³	1200 -1800	550 - 750
6	Шероховатость поверхности пласт,	300	500
7	Средний свинцовый эквивалент, мм Pb	0,3-1	-
8	Ориентировочная стоимость, руб/м ²	6000	220

Таблица 4 – Конструкции материалов на основе ПЛИТОТРЕНА

Изображение материала	Структура материала
	<p>ПЛИТОТРЕН</p> <p>Варианты облагораживания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лакокрасочными материалами; - бумажно-смоляными пленками; - бумажно-слоистым пластиком; - облицовка натуральным шпоном. 
	<p>Плитотрен шпон</p>  <p>защитный слой плотный</p>

Окончание таблицы 4.



Библиографический список

1. Ветошкин Ю.И. Яцун И.В. Конструкции и эксплуатационно-технологические особенности композиционных рентгенозащитных материалов на основе древесины. [Текст] / Ю.И. Ветошкин, И.В. Яцун. Екатеринбург: Урал.гос. лесотехн. ун-т, 2009. 148 с.

Ветошкин Ю.И., Мялицин Ан.В.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) andreimtd@mail.ru

**СТРУКТУРА КОМПОЗИЦИОННОГО
РЕНТГЕНОЗАЩИТНОГО МАТЕРИАЛА ПЛИТОТРЕН**
*THE STRUCTURE OF COMPOSITE X-RAY PROTECTION MATERIAL
PLITOTREN*

Нынешний век можно отнести к веку композиционных материалов. Композиционными называют сложные материалы, в состав которых входят сильно отличающиеся по свойствам нерастворимые или малорастворимые один в другом компоненты, разделённые в материале ярко выраженной границей.

Характерной особенностью композиционных материалов является как возможность объединения полезных свойств отдельных компонентов, так и проявление ими новых свойств [1].

В Уральском государственном лесотехническом университете на кафедре «Механической обработки древесины» постоянно ведутся поисково-экспериментальные работы по созданию композиционных конструкционных, облицовочных и отделочных материалов с защитными свойствами от рентгеновского излучения на основе древесины.

Разработаны слоистые композиционные материалы на основе березового шпона, аналогичные фанере (ФАНОТРЕН), металло-свинцово содержащие и с природным наполнителем, а так же композиционные материалы аналогичные ДСП, ДВП с использованием отходов древесины (ПЛИТОТРЕН); эти материалы могут применяться при оборудовании рентгеновских кабинетов: обшивке стен, полов, потолков, а также изготовлении ширм, дверных блоков и т.д.

ПЛИТОТРЕН – композиционный материал, аналог древесностружечной плиты, обладающий высокими защитными свойствами от рентгеновского излучения. Композиционный материал состоит из древесных частиц, связующего, минерального наполнителя.

На механические и защитные свойства композиционных материалов существенно влияет форма частиц материала, которые могут быть сферическими, кубическими, плоскими и т.д. Применив электронный микроскоп JSM-6390 фирмы JEOL (Япония), была сделана серия снимков внутреннего строения ПЛИТОТРЕНА (рис. 1). Внутреннее строение ПЛИТОТРЕНА можно представить как древесные частицы (2), окутанные минеральным наполнителем со связующим (1).

Распределение связующего по поверхности древесных частиц определяет качество клеевых соединений и оказывает существенное влияние на свойства ПЛИТОТРЕНА. Как известно у мелких частиц резкое увеличение содержания смолы по отношению к их массе обусловлено впитыванием мелкой стружки [2]. Это согласуется со свойством древесины, согласно которому впитывающая способность через торцевую поверхность на два порядка выше, чем через тангенциальную. Качество осмоления древесных частиц зависит от однородности их фракционного состава. Известно, что мелкие древесные частицы, обладающие большей суммарной поверхностью, чем крупные при одинаковом объеме, в большей степени впитывают влагу. Поэтому, если в смесителе окажутся мелкие и крупные частицы, то последние будут не проклеены и минеральный наполнитель будет распределен неравномерно.

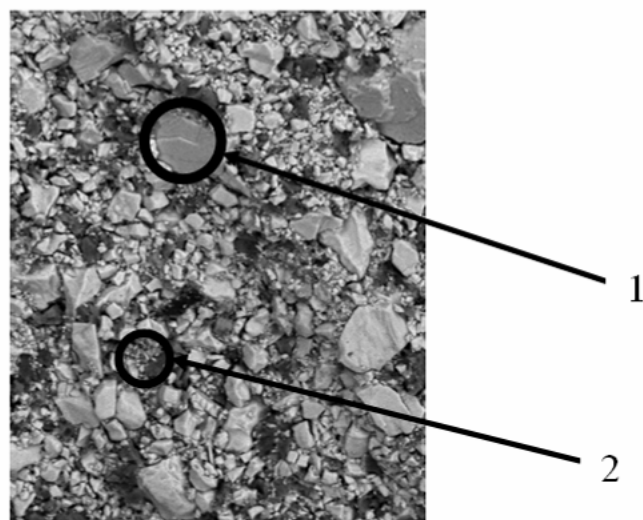


Рисунок 1 – Внутреннее строение ПЛИТОТРЕНА: 1 – частицы минерального наполнителя; 2 – древесные частицы.

Варианты распределения частиц в композиционных материалах могут быть различными (рис. 2).

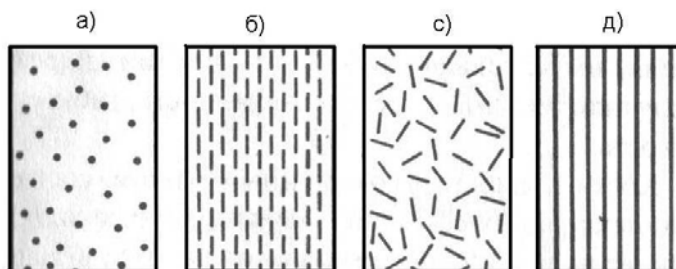

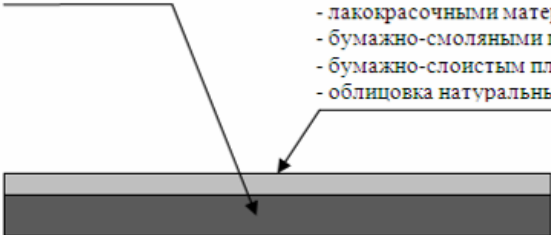



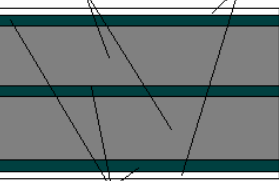

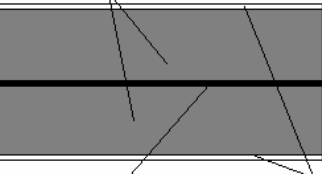


Рисунок 2 – Примеры распределения частиц в композиционных материалах:
 а) наполненный случайно распределенными частицами; б) однонаправленный;
 с) случайно ориентированные; д) однонаправленный.

Таблица 1 – Конструкции материалов на основе ПЛИТОТРЕНА

Изображение материала	Структура материала
	<p>ПЛИТОТРЕН</p>  <p>Варианты облагораживания: - лакокрасочными материалами; - бумажно-смоляными пленками; - бумажно-слоистым пластиком; - облицовка натуральным шпоном.</p>
	<p>Плитотрен шпон</p>  <p>защитный слой плотный</p>
	<p>Плитотрен шпон</p>  <p>защитный слой плотный</p>
	<p>Плитотрен</p>  <p>свинец - 1мм шпон</p>

Для композиционных материалов открываются широкие возможности варьирования их свойств, а значит и оптимизации конструкций из этих материалов. На основании научно – исследовательских, поисково-экспериментальных работ на кафедре были разработаны различные конструкции композиционных рентгенозащитных материалов. Разработанные конструкции композиционных материалов на базе ПЛИТОТРЕНА (таблица 1), согласно патентных исследований, не имеют аналогов в мире.

Разработанные материалы обладают высокими физико-механическими, декоративными и эксплуатационными свойствами и являются конструкционными. Материалы можно облицовывать и производить отделку разнообразными лакокрасочными материалами, тем самым, улучшая их внешний вид.

Материалы обладают оригинальными конструктивно–декоративными особенностями, хорошими свойствами для монтажа, хорошо обрабатываются на деревообрабатывающем оборудовании. Степень защиты можно регулировать по требованию заказчика.

На рисунке 3 представлены материалы на основе ПЛИТОТРЕНА и сравнение их защитных свойств с различными рентгенозащитными материалами.

Рассмотрим основные процессы, происходящие при взаимодействии ПЛИТОТРЕНА с рентгеновским излучением. При прохождении рентгеновского излучения через вещество происходят следующие процессы: фотоэлектрическое поглощение, когерентное и некогерентное рассеяние на атомах [3]. Схематично эти процессы представлены на рисунке 4.

Размеры древесных частиц и минерального наполнителя можно рассматривать как ультрадисперсную среду. Представим ПЛИТОТРЕН в виде плоскопараллельной пластины. Пусть I_0 - интенсивность падающих на образец толщиной t монохроматических (имеющих строго определенную длину волны) рентгеновских лучей, I - интенсивность лучей, прошедших на глубину x .

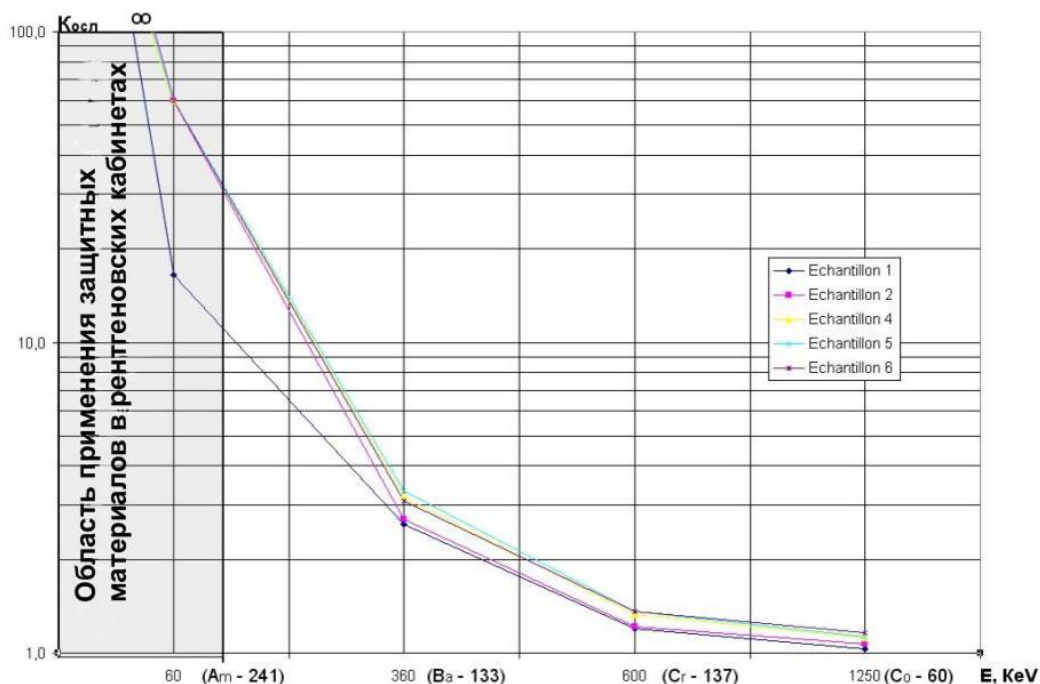


Рисунок 3 – Результаты проверки экспериментальных образцов композиционного материала ПЛИТОТРЕН различных конструкций по защитным свойствам от ионизирующего излучения

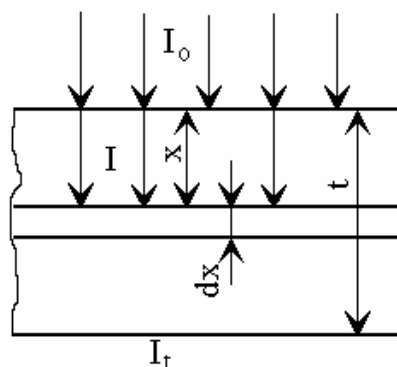


Рисунок 4 – Взаимодействие рентгеновского излучения с ПЛИТОТРЕНОМ

Выделим на глубине x слой толщиной dx и запишем для этого слоя закон поглощения:

$$\frac{dI}{I} = -\mu dx. \quad (1)$$

где μ - линейный коэффициент поглощения, характеризующий относительное уменьшение интенсивности лучей с данной длиной волны λ на единице пути.

В дифференциальном уравнении (1) переменные разделены и обе его части можно проинтегрировать в следующих пределах: правую часть от 0 до t , а левую от I_0 до I_t , где I_t - интенсивность прошедших через образец лучей:

$$\int_{I_0}^{I_t} \frac{dI}{I} = -\int_0^t \mu dx. \quad (2)$$

Отсюда следует, что $\ln I_t - \ln I_0 = -\mu t$, следовательно,

$$I_t = I_0 e^{-\mu t} \quad (3)$$

Графически это уравнение представлено на рисунке 5.

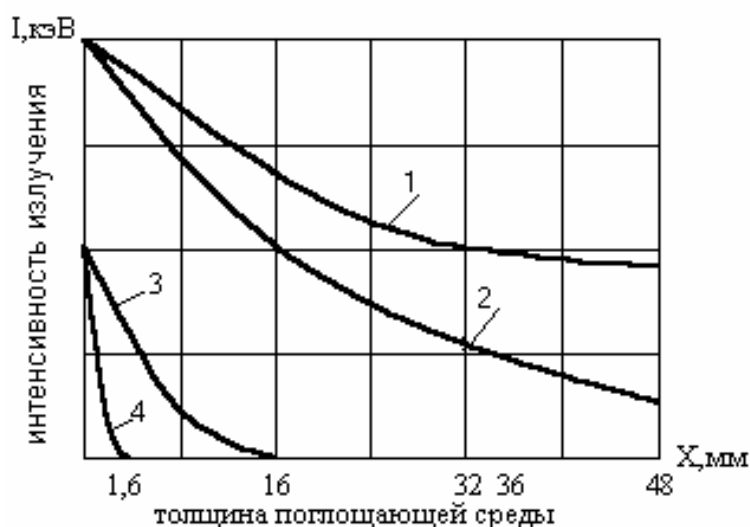


Рисунок 5 – График зависимости ослабления рентгеновских лучей от толщины поглощающей среды некоторых материалов: 1 – вода; 2 – алюминий; 3 – медь; 4 – свинец

Разработанные конструкции композиционных рентгенозащитных материалов могут иметь широкую область применения и эффективно использоваться для оформления рентгеновских кабинетов в качестве стеновых панелей, оформления пола и потолка, изготовления ширм и экранов, дверных блоков и других конструкций выполняющих защитные функции.

Библиографический список

1. Мэттьюз Ф. Композиционные материалы. Механика и технология [Текст] / Ф. Мэттьюз, Р. Ролинге. М.: Техносфера, 2004. 408 с.
2. Леонович А.А. Физико-химические основы образования древесных плит. [Текст] / А.А. Леонович. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003 – 192с.
3. Блохин М.А. Физика рентгеновских лучей. [Текст] / М.А. Блохин. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. 518 с.

Ветошкин Ю.И., Шейкман Д.В., Корелин Д.В.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) DimitriyKo@gmail.com

МОДИФИЦИРОВАНИЕ МЯГКО-ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ПАРКЕТНЫХ ИЗДЕЛИЙ *MODIFICATION OF SOFT-DECIDUOUS SPECIES OF WOOD FOR PARQUET ARTICLES*

Прогрессивным направлением напольного покрытия являются паркетные изделия, будь то массив или паркетные щиты. Высококачественные паркетные изделия отличаются высокими физико-механическими, эстетическими показателями. Паркет из натуральной древесины, будь то дуб или другие ценные породы (ясень, палисандр и т.д.), недоступен широким массам из-за своей высокой стоимости.

Распространение мягко-лиственных пород в Свердловской области значительно. В регионе сосредоточено более 769,1 млн. м³ запаса спелых и перестойных насаждений. Треть насаждений составляет береза и десятую часть осина. Так же леса насыщены липой и тополем. Перечисленные выше породы (кроме березы), не получили широкого применения в производстве столярных изделий, из-за своих низких физико-механических показателей.

Применение мягко-лиственных пород и их последующая модификация поверхностного эксплуатационного слоя до физико-механических показателей сравнимых с твердолиственными породами, позволит снизить стоимость и найти широкое применение среди населения.

При удорожании лесных ресурсов появляется проблема полного использования и переработки сырья и поэтому встает вопрос и о применении этих и других пород в различных столярно-строительных изделиях. Для этого применяют методы модифицирования древесины, такие как:

- химическая модификация;
- химико-механическая модификация;

- термохимическая и радиационно-химическая модификация;
- термомеханическая модификация.

Эти способы направлены на различный результат, одни повышают биологическую и химическую стойкость, другие улучшают физико-механические показатели и внешний вид изделия, и др. Все они имеют как плюсы, так и минусы в технологии. Наибольшее распространение в производстве получила термомеханическая модификация. Цель метода получение из «мягких» пород древесины, обладающую всеми свойствами твердых пород. Это достигается путем прессования цельной древесины, что ведет к изменению её анатомической микроструктуры. И как следствие изменяются свойства полностью всего материала.

В паркетных изделиях предусмотрен поверхностный слой толщиной порядка 4-8 мм, который несет основную нагрузку. Создание эксплуатационного слоя на поверхности напольного покрытия из мягко-лиственных пород древесины, который и будет обеспечивать необходимые физико-механические показатели и является целью исследования.

Принято считать, что при сжатии образца древесины все его слои (расположенные перпендикулярно оси приложенной силы) деформируются в одинаковой степени. В действительности древесина в силу своей упруго-пластической модели при одноосном прессовании ведет себя иначе: в большей степени уплотняются наружные слои (рисунок 1, б). За счет этого внутренние слои имеют меньшую плотность, чем наружные [2]. Так при упрессовке в 20-30% у березы плотность наружного слоя составляет 1300 кг/м^3 , а внутреннего слоя 1080 кг/м^3 , разница 20%.

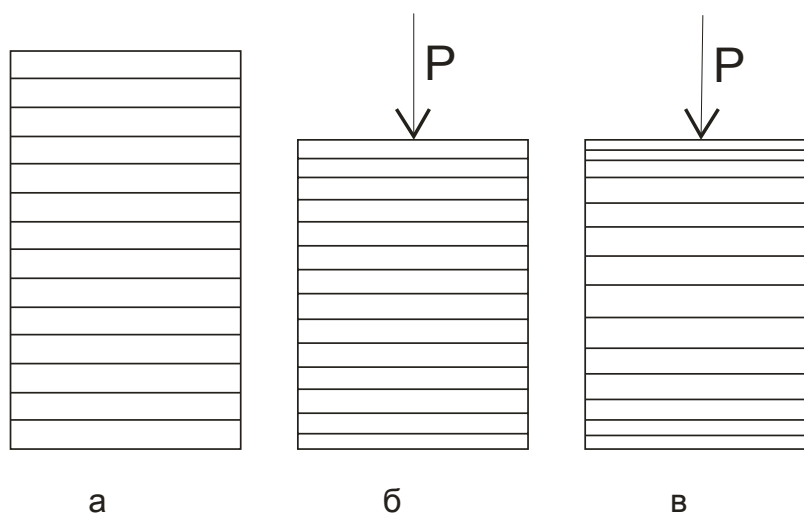


Рисунок 1 – Модель уплотнения древесины: а – до прессования, слои имеют одинаковый размер; б – после прессования; в – после прессования предварительно пластифицированного поверхностного слоя древесины

Прессование цельной древесины требует значительного давления, вследствие чего ее предварительно пластифицируют, тем самым, снижая давление прессования. Для увеличения пластичности древесины применяют пропаривание или предварительный нагрев. Установлено, что наибольшая пластичность наступает при влажности 30% и температуры 160°C [1]. Объединив эти данные с неравномерностью распределения влаги внутри образца можно предполагать, что повышение пластичности, вызванное

влажностью и температурой, наружного слоя по отношению к внутреннему слою, ведет к его большому уплотнению при прессовании образца (рисунок 1, в). Встает вопрос, каким образом, возможно, увеличить влажность наружного слоя. Нанесение пропиточного состава может в некоторой степени пластифицировать наружный слой. Применение красящего состава на основе алкидных смол [3] решает несколько задач: при нанесении пропиточного состава древесина частично увлажняется (при адсорбции красящего состава на основе алкидной смолы поверхностью целлюлозных волокон), не поднимается ворс (что при прессовании является положительным фактором), и образуется защитно-декоративное покрытие. Пигменты, содержащиеся в красящем составе, при нанесении остаются на поверхности, так как их размер (0,05-0,2 мкм) больше размеров пор (8-31 нм) клеток древесины, образуя равномерное покрытие.

Процесс сушки такого покрытия длительный, да и сам процесс адсорбции продолжительный, поэтому после нанесения необходимо выдержка перед прессованием. За это время небольшой слой древесины пластифицируется около поверхности, и при горячем прессовании в большей степени уплотняется. При этом уплотненный слой со стороны нанесенного пропиточного состава при максимальном значении твердости образца составляет порядка 125 мкм (рисунок 2), этот слой и несет основную нагрузку. После процесса прессования необходима технологическая выдержка до полного высыхания пленкообразователя.

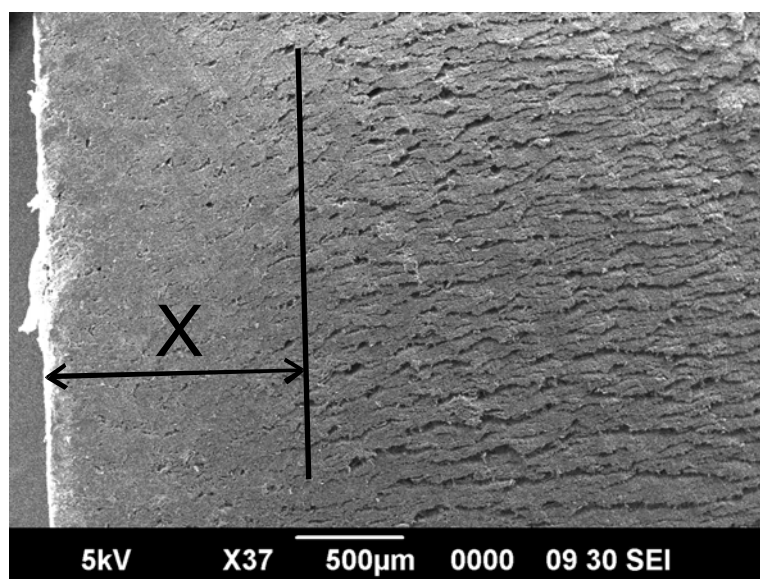


Рисунок 2 – Снимок торцового среза осины с увеличением 37х, слева видно уплотнение поверхностного слоя шириной $x = 125$ мкм

В ходе исследований была установлена зависимость твердости полученного эксплуатационного слоя материала от величины упрессовки, процентного соотношения компонентов пропитывающего состава, метода нанесения на образец, время выдержки после нанесения перед прессованием, а также установлено влияние глубины пропитки на результат исследования. В исследованиях было получено максимальное значение статической твердости образцов по Бринеллю до 100 Н/мм^2 , что на порядок выше твердости осины $18,2 \text{ Н/мм}^2$ (рисунок 3).

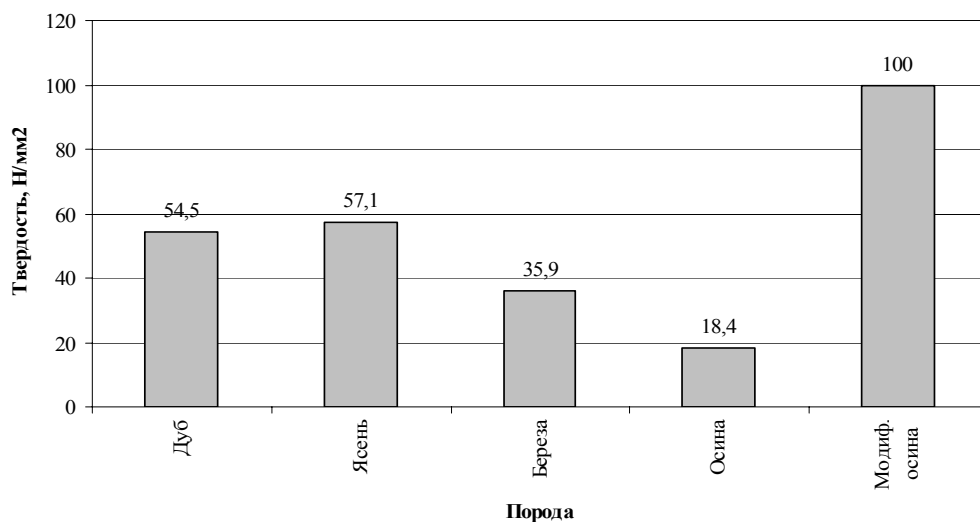


Рисунок 3 – Сравнения твердости модифицированной осины с другими «паркетными» породами, при влажности 12%, для радиальной поверхности

Положительными качествами данного материала является:

- Получение паркетных изделий из распространенных мягко-лиственных пород древесины с имитацией под ценные породы, обладающих высокой декоративностью, и высокой поверхностной твердостью.
- Снижение количества операций по отделке материала и его получения с низкой шероховатостью;
- Возможность автоматизации процесса.

Библиографический список

1. Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б.Н. Уголев – М.: МГУЛ. 2001.-225 с.
2. Роценс, К. А. Особенности свойств модифицированной древесины / К. А. Роценс, А. В. Берзон, Я. К. Гулбис ; Акад. наук Латв. ССР, Ин-т хим. древесины. - Рига : Зинатне, 1983. - 207 с. : ил., рис. - Библиогр.: с. 169-200.
3. Газеев, М. В. Формирование лакокрасочных покрытий на древесине с применением красящего состава на основе алкидных смол: Дисс на соискание ученой степени кандидата технических наук / Газеев Максим Владимирович. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. – 191 с.
4. Лангендорф, Г. Облагораживание древесины: сокр. пер. с нем. / Г. Лангендорф, Х. Айхлер. - М.: Лесная пром-сть, 1982. - 143 с.

Газеев М.В., Тихонова Е.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПЛЕНКООБРАЗОВАНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ
ПОКРЫТИЙ ПРИ АЭРОИОНИФИКАЦИИ**

*RESEARCH OF CONDITION PARAMETERS OF FILM-FORMING
PROCESS OF POLYURETHANE PAINT-AND-LACQUER COATINGS
AT AIR IONIZATION*

Пленкообразование лакокрасочных материалов (ЛКМ) является самым продолжительным процессом отделки изделий из древесины. Повышение его скорости позволяет сократить потребность в производственных площадях, время цикла отделки, создать условия для использования современного оборудования. В настоящее время пленкообразование можно интенсифицировать за счет сообщения лакокрасочному покрытию (ЛКП) дополнительной энергии (нагрев, инфракрасное излучение и т.д.), а также путем введения катализаторов и инициаторов химических реакций в состав ЛКМ [1].

На кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета ведутся исследования нового способа повышения скорости пленкообразования ЛКП, образованных жидкими ЛКМ аэроионизацией [2, 3].

Аэроионизация – это метод образования отрицательных аэроионов в поле коронного разряда электроэффлювиального аэроионизационного устройства (ЭЭАУ) (рис. 1). Впервые аэроионизация была предложена в начале XX века А.Л. Чижевским с целью искусственного создания благоприятного для человека режима воздуха внутри помещений [4]. Согласно проведенным исследованиям применение аэроионизации для повышения скорости пленкообразования ЛКП требует поиск и отработку режимных параметров метода [3]. Влияние аэроионизации на живые организмы обусловлено оптимальной концентрацией аэроионов в помещении, а для пленкообразования решающую роль играет величина напряженности электрического поля.

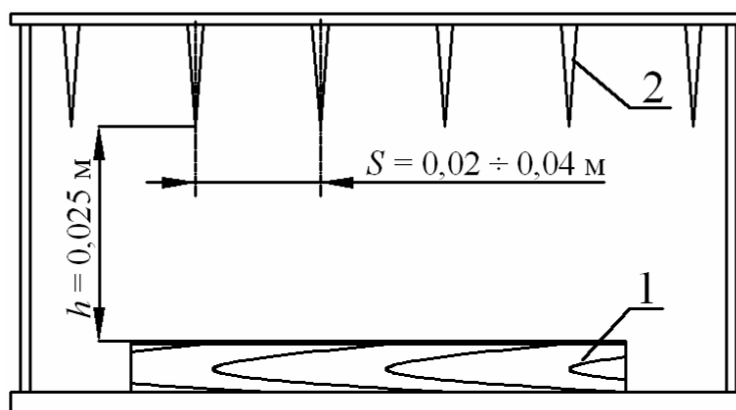


Рисунок 1 – Схема электроэффлювиального аэроионизационного устройства (ЭЭАУ):
1 – образец с лакокрасочным покрытием; 2 - электрод

Для исследования вышеизложенного был проведен классический эксперимент, цель которого - определение зависимости времени пленкообразования ЛКП при аэроионизации от характера распределения электрического поля ЭЭАУ.

Пленкообразование производилось при аэроионизации и в естественных условиях (температура воздуха $t = 20 \pm 2$ °С, влажность воздуха $W = 60 \pm 5$ %). В качестве материала использовался двухкомпонентный полиуретановый лак Verinlegno I 362 VLX 36 (Италия). Покрyтия формировались на подложках из древесины (ГОСТ 8486-86). Расход ЛКМ 120 г/м^2 . По данным ранее проведенных исследований наиболее оптимальными условиями интенсификации пленкообразования полиуретановых ЛКМ аэроионизацией является расстояние между образцом и излучателем $h = 0,025$ м при напряжении $U = 24$ кВ [2]. В качестве переменного фактора было выбрано расстояние между электродами излучателя $S = 0,02 \div 0,04$ м. Время пленкообразования фиксировалось по ГОСТ 19007-73.

В результате проведенных исследований получены образцы ЛКП с круглыми отпечатками (рис. 2). По отпечаткам можно предложить схему распределения электрического поля ЭЭАУ на поверхности ЛКП непосредственно под электродами (рис. 2, б).

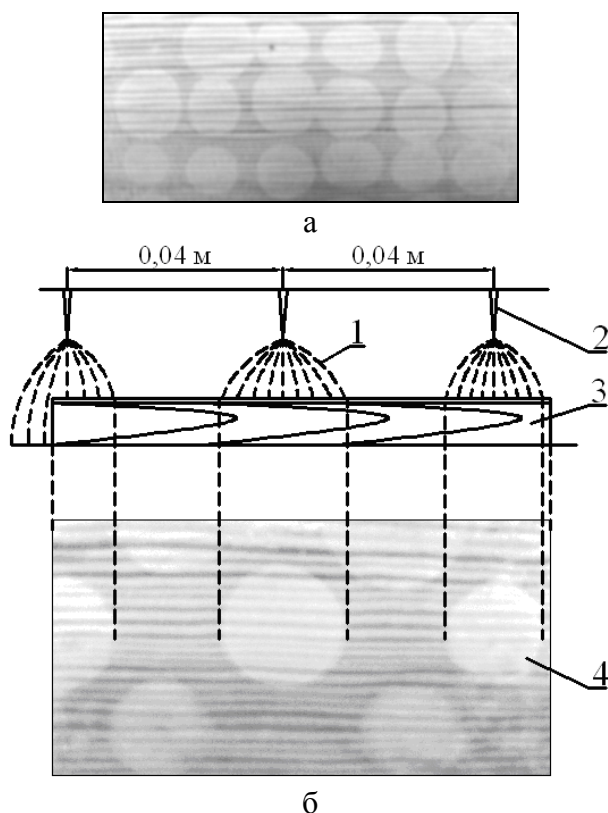


Рисунок 2 – Образцы с лакокрасочными покрытиями, полученными методом аэроионизации при неподвижном положении образца во время пленкообразования: а – при расстоянии между иглами излучателя 0,02 м; б – при расстоянии между иглами излучателя 0,04 м со схемой распределения электрического поля: 1 – силовые линии электрического поля; 2 – электрод излучателя; 3 – образец с ЛКП; 4 – отпечаток электрического поля на ЛКП

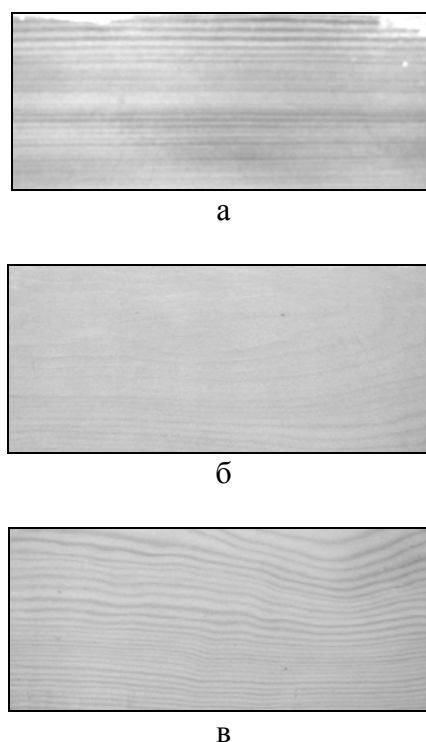


Рисунок 3 – Образцы с лакокрасочными покрытиями, полученные: а – в естественных условиях; б, в – при аэроионизации, с перемещением образца, расстояние между электродами излучателей $S = 0,02$ и $S = 0,04$ м соответственно

Для получения равномерного ЛКП необходимо перемещение образца относительно электродов для перекрытия отпечатков их полей, где наблюдается сокращение времени пленкообразования ЛКП на всей поверхности образца в $1,5 \div 2$ раза по сравнению с естественными условиями (рис. 3, 4). Таким образом, характер распределения электрического поля оказывает решающее влияние на эффективность аэроионизации: повышение скорости пленкообразования возможно только непосредственно под электродом ЭЭАУ, поэтому периодическое перемещение образца с ЛКП является необходимым условием применения метода.

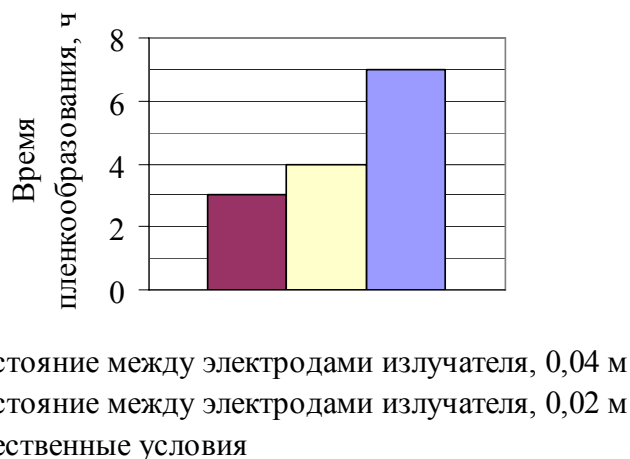


Рисунок 4 – Время пленкообразования двухслойного полиуретанового покрытия в разных условиях

Полученные покрытия подвергались испытанию на склерометрическую твердость (ГОСТ 27326-87). Результаты представлены на рисунке 5.

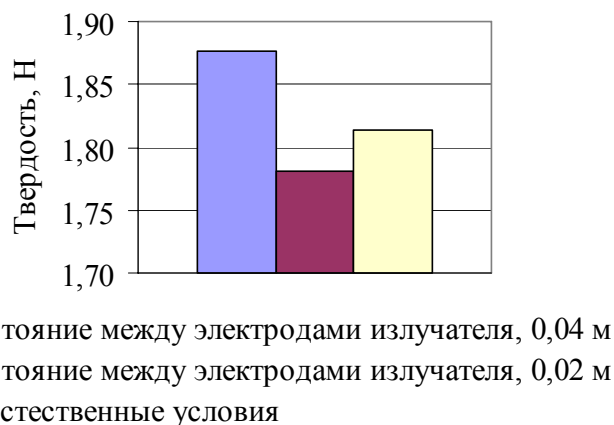


Рисунок 5 – Склерометрическая твердость двухслойного полиуретанового покрытия

По результатам визуальной оценки внешнего вида установлено, что при воздействии аэроионизации ЛКП приобретает матовость. Теоретически такой результат объясняется бомбардировкой ЛКП ионами с образованием многочисленных неровностей на поверхности покрытия. Таким образом, аэроионизация позволяет получать матовые ЛКП без использования специальных добавок.

На основании проведенных исследований можно предложить следующий режим пленкообразования ЛКП полиуретановым лаком Verinlegno I 362 VLX 36 (Италия) при аэроионизации.

1. Напряжение на излучателе ЭЭАУ $U = 24$ кВ.
2. Расстояние между образцом и излучателем $h = 0,025$ м.
3. Периодическое перемещение образца с ЛКП в процессе пленкообразования с учетом характера распределения электрического поля ЭЭАУ.
4. Расстояние между электродами излучателя $S = 0,04$ м.

Библиографический список

1. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов [Текст]: Учебник для вузов / Б.М. Рыбин; М.: МГУЛ, 2003. 568 с.
2. Газеев, М.В. Эффективность применения аэроионизации для интенсификации отверждения лакокрасочных покрытий, образованных алкидными лаками на древесине [Текст] / М.В. Газеев, Е.В. Тихонова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды III международного евразийского симпозиума. Екатеринбург, 2008. С. 37-41.
3. Газеев, М.В. Влияние аэроионизации на процесс пленкообразования полиуретановых лакокрасочных покрытий [Текст] / М.В. Газеев, Е.В. Тихонова // Современные проблемы лесозаготовительных производств, производства материалов из древесины: пиломатериалы, фанера, деревянные дома, заводского изготовления, столярно-строительные изделия. Материалы Международной научно-практической конференции. С.-Петербург, 2009. С. 60-64.
4. Скипетров, В.П. Феномен «живого» воздуха [Текст]: Монография / В.П. Скипетров, Н.Н. Беспалов, А.В. Зорькина; Саранск: СВМО, 2003. 93 с.

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ТОЧНОСТЬ И КАЧЕСТВО ДЕРЕВЯННЫХ ФРЕЗЕРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ **ACCURACY AND QUALITY OF THE WOODEN MILLED SURFACES**

Качество механической обработки изделий на станках характеризуется точностью размеров и формы деталей и шероховатостью обработанных поверхностей.

Точность размеров и формы деталей. С переходом промышленных предприятий к массовому производству продукции появилась необходимость в выработке единого подхода к внедрению принципов взаимозаменяемости. Такой единый подход к нормированию требований к точности размеров деталей реализован созданием системы допусков и посадок.

В нашей стране первые попытки по созданию общегосударственной системы допусков и посадок относятся к 1914 - 1915 гг., когда профессор Н.Н. Куколевский разработал такую систему для использования ее для военных заказов.

В 1924 - 1925 гг. под руководством профессора А.Д. Гатцуна был разработан проект стандарта “Допуски для пригонок”. В 1929 г. был утвержден первый ОСТ (общегосударственный стандарт) для общего применения. С этого времени у нас в стране действует система, которую обычно называют системой ОСТ. Она используется до сих пор.

Первый проект международной системы допусков и посадок был разработан в 1931 г. для размеров от 1 до 180 мм, а в 1935 г. - до 500 мм. Эти проекты были разработаны международной организацией по стандартизации (ИСА). На базе этих проектов страны мира создавали национальные стандарты (1932 - 1936 гг.) и внедряли их до 1940 г. Официально международная система допусков и посадок ИСА была принята в 1940 г.

После второй мировой войны была создана новая международная организация по стандартизации ИСО, а в 1962 г. были разработаны рекомендации ИСО №286 “Система допусков и посадок ИСО. Часть 1. Общие сведения. Допуски и отклонения”. Эта система допусков не отличалась от проекта ИСА 1940 г.

Наша система допусков (система ОСТ) отличалась от международной системы ИСА. Она неоднократно дополнялась (но не изменялась), и все эти дополнения с 1932 г. проводились путем заимствования из системы ИСА.

После создания Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ) острее стал вопрос о создании единой системы допусков и посадок для стран членов СЭВ. Исходя из этого был разработан стандарт СЭВ 145-75 “Единая система допусков и посадок СЭВ”. В СССР были разработаны стандарты на единую систему допусков и посадок (ЕСДП) (ГОСТ 25346-89 – ГОСТ 25349-82, ГОСТ 25670-83 [1], для изделий из древесины и древесных материалов ГОСТ 6449.1-82 – ГОСТ 6449.5 – 82, термины и определения по ГОСТ 2140-81). При переходе на эту систему по целому ряду изделий для нашей промышленности нецелесообразно было перерабатывать всю техническую документацию. Поэтому еще некоторое время использовались две системы: система ЕСДП и система ОСТ. При разработке новых изделий используется только ЕСДП.

Основу ЕСДП составляют допуски, квалитеты и основные отклонения, определяющие положение полей допусков относительно нулевой линии. Термины и их определения регламентированы ГОСТ 25346-89.

Шероховатость обработанных поверхностей. Основоположники науки о резании древесины (начиная с 1870 г.) для характеристики обработанной поверхности использовали понятия “ровность”, “гладкость”. Неровности сравнивались только визуально.

Впервые количественная оценка неровностей деревянных поверхностей рассмотрена в исследовательских работах Ф.М. Манжоса и Б.М. Буглая (1947...1950 г.г.). На базе этих работ Б.М. Буглаем был подготовлен ГОСТ 7016-54 “Чистота поверхности древесины. Определения и классификация”. ГОСТом было установлено 10 классов чистоты поверхности. На поверхностях первого класса чистоты глубина неровностей составляла 1250...1600 мкм, десятого класса – 8...16 мкм. Практическое применение стандарта позволило выявить его недостатки.

В 1968 г. был принят новый стандарт ГОСТ 7016-68 “Древесина. Классы шероховатости и обозначения”. От понятия “чистоты поверхности” отказались, т.к. это понятие медицинского происхождения. Понятие “шероховатость” наиболее точно отра-

жает техническое происхождение неровностей. ГОСТ устанавливал 12 классов шероховатости (см. табл. 1).

Таблица 1 – Классы шероховатости по ГОСТ 7016-68

Высота неровностей, мкм	1250...1600	800...1250	500...800	315...500	200...315	100...200	60...100	30...60	16...30	8...16	4...8	<4
Классы	∇∂1	∇∂2	∇∂3	∇∂4	∇∂5	∇∂6	∇∂7	∇∂8	∇∂9	∇∂10	∇∂11	∇∂12

В 1975 г. стандарт был снова пересмотрен. ГОСТ 7016-75 "Древесина. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики" исключил понятие о классах шероховатости, установил параметры шероховатости, численные значения которых изменялись в диапазоне от 1600 мкм до 4 мкм.

В 1982 г. содержание и название стандарта еще раз было изменено. Был принят ГОСТ 7016-82 "Древесина. Параметры шероховатости поверхности". Это действующий в настоящее время стандарт.

Виды неровностей. В общем виде обработанную на станках поверхность можно изобразить в виде волнистой линии, образованной гребешками и впадинами, на которой различают длину волны L и высоту гребней H от основания впадин. Для характеристики такой поверхности вводят коэффициент формы поверхности

$$K = \frac{L}{H}.$$

На обработанной методом фрезерования, например, поверхности, различают макронеровности, волнистость, неровности с нерегулярным и регулярным шагом, микронеровности и субмикронеровности.

Макронеровности представляют собой отклонения поверхности от заданной геометрической формы (выпуклость и вогнутость для плоскостей). Для макронеровностей значение $K > 1000$. Для $H = 0,4$ мм, например, $L > 400$ мм [1].

К неровностям с нерегулярным шагом относятся разнообразные неровности, образованные при разрушении древесины или при вибрации. К ним относятся, риски, ворсистость и мшистость, вырывы, заколы (углубления по границе годичного слоя, структурные неровности поверхностей древесностружечных плит). Неровности с нерегулярным шагом можно прогнозировать, используя экспериментальные данные.

К неровностям с регулярным шагом относятся неровности упругого восстановления по годовым слоям и кинематическая волнистость, для которых $40 < K < 1000$. Параметры кинематической волнистости можно рассчитать. Для $H = 0,4$ мм, например, $16 \text{ мм} < L < 400 \text{ мм}$.

Микронеровности – это неровности в виде мелких гребешков и впадин. Их появление обусловлено микрогеометрией режущей кромки лезвия, направлением резания по отношению волокон древесины, режимом обработки, породой древесины и влажностью. Известно, что неровности режущей кромки лезвия копируются на обработанной поверхности. Величина отпечатка зависит от упругих свойств древесины. Так, при средней шероховатости рабочей зоны лезвия 7,5 мкм на обработанной поверхности детали из древесины липы образуются неровности около 20 мкм, а граба – 8 мкм.

Неровности упругого восстановления имеют вид чередующихся выступов и впадин по годовым слоям. Их появление обусловлено различной величиной упругости ранней и поздней зон древесины по этим слоям.

Шероховатостью называют совокупность микронеровностей на поверхности с относительно малыми шагами, для которых $K < 40$. Для $H = 0,4$ мм, например, $L < 16$ мм. Шероховатость обработанной поверхности характеризует качество поверхностного слоя, а волнистость и макронеровность – точность обработки, т.е. отклонение поверхности от номинала.

В зависимости от размеров микронеровностей они могут попасть в разряд волнистости или шероховатости.

Субмикронеровности – неровностей на впадинах и выступах микронеровностей.

Шероховатость деревянной поверхности по ГОСТ 7016-82 характеризуется параметрами, их числовыми значениями и наличием или отсутствием ворсистой и мшистости. Анатомические неровности древесины при этом не учитываются.

При повышенных требованиях к шероховатости допускается учитывать анатомические неровности.

ГОСТ устанавливает пять параметров. Числовые значения параметров в мкм принимаются из следующих предпочтительных рядов чисел:

$R_{m\ max}$, R_m и R_z - 1600, 800, 400, 200, 100, 50, 25, 12,5, 6,3, 3,2;

R_a , S_z – 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8.

Шероховатость измеряют преимущественно на базовой длине l . Только один параметр шероховатости $R_{m\ max}$ находится без использования базовой длины. На практике он находится путем визуального сравнения поверхности с поверхностью натуральных образцов. **Базовая длина** – длина базовой линии, используемая для выделения неровностей поверхности, ее длина регламентирована ГОСТом и изменяется в пределах 0,8; 2,5; 8,0 и 25 мм.

Параметр $R_{m\ max}$ используют при определении шероховатости на поверхностях пиломатериалов, полученных на лесопильных рамах, ленточнопильных и круглопильных станках, а также поверхностях лущеного и строганного шпона. Остальные параметры используют для характеристики поверхностей фрезерованных, шлифованных и др.

Определение шероховатости. Методы определения шероховатости поверхности регламентированы ГОСТ 15612-85 "Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности".

Для измерения неровностей глубиной 500...1600 мкм рекомендуется использовать индикаторный глубиномер И402 или И405, измерительный наконечник которых имеет форму полусферы радиусом $4,0 \pm 0,1$ мм. Индикатор часового типа прибора зафиксирован в колодке. Его измерительный наконечник выступает над опорной поверхностью колодки на 1,6...2,0 мм. Перед измерением колодку прибора ставят на плоскопараллельное стекло, и стрелку индикатора совмещают с нулевым делением шкалы. Затем на исследуемой деревянной поверхности визуально определяют наиболее грубый участок, на него ставят глубиномер и производят измерения.

Неровности глубиной 6...63 мкм на фрезерованных, строганных и шлифованных поверхностях можно измерять микроскопом МИС11 (снят с производства). Для измерения неровностей глубиной 6...1600 мкм можно использовать микроскоп ТСП-4М.

Для более точных измерений глубины неровностей рекомендуются профилограф-профилометры (диапазон измерений 0,02...250 мкм) модели 201 и 252 или профилометры модели 253 и 283 и 296 (диапазон измерений 0,02...10 мкм). Это дорогие приборы, к тому же сняты с производства. В настоящее время только по индивидуальным заказам предприятие ООО "Микроавтоматика" (г. Пенза) выпускает профилометр ПМД 2-100 (диапазон измерений 0,5...800 мкм). Для измерений датчик профилометра ставится на контролируемую поверхность образца и производится запись профиля поверхности на диаграммную ленту. Далее запись расшифровывается.

В производственных условиях шероховатость обработанных поверхностей деталей часто определяют по эталонным деревянным образцам. Образцы имеют форму исследуемой детали, выполнены из той же породы и обработаны тем же методом (пилением, фрезерованием, шлифованием и т.д.). Образцы имеют размеры 300×200 мм (для брусковых деталей – длина образца 300 мм). На предприятии должно быть не менее двух комплектов образцов: первый передается на рабочее место, а второй хранится в лаборатории.

Расчет глубины неровностей. При цилиндрическом фрезеровании основным видом неровностей, образующихся на обработанной поверхности, является кинематическая волнистость. Каждый зуб фрезы оставляет на обработанной поверхности волну. Гребешки волн образуются при пересечении траекторий двух смежных зубьев фрезы радиусом R (рис. 1).

Из треугольника OBC следует

$$R^2 = \frac{l^2}{4} + (R - y)^2;$$

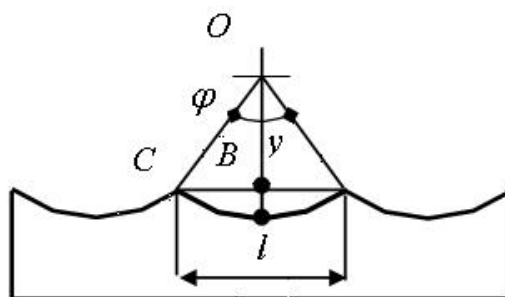


Рисунок 1 – Схема к расчету глубины волны

$$R^2 = \frac{l^2}{4} + R^2 - 2Ry + y^2;$$

$$\frac{l^2}{4} = y(2R - y).$$

Отсюда

$$y \approx \frac{l^2}{8R}, \tag{1}$$

где y – глубина волны, мм;

l – длина волны, мм;

R – радиус режущей кромки лезвия цилиндрической фрезы, мм.

В производственной деятельности длину волны измеряют на обработанной детали и вычисляют шероховатость по формуле (1).

В проектных работах за длину волны принимают величину подачи за один оборот фрезы, т.е. $l = S_o = S_z Z$. Предельно допустимая длина волны в зависимости от шероховатости обработанной поверхности принимается по таблице 2.

Таблица 2 – Предельно допустимая длина волн на обработанной поверхности при продольном цилиндрическом фрезеровании

Высота неровностей $R_m \text{ max}$, мкм	Длины волн l , мм, при диаметре окружности резания D , мм							
	60	80	100	120	140	160	180	200
12,5	2,0	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,8
25	2,8	3,3	3,7	4,0	4,3	4,7	4,9	5,2
50	4,0	4,7	5,2	5,6	6,2	6,6	7,0	7,4
100	5,2	6,0	6,7	7,3	7,9	8,5	9,0	9,5
200	7,2	8,5	9,5	10,3	11,0	12,0	12,6	13,6

Еще в исследовательских работах Ф.М. Манжоса было доказано, что шероховатость фрезерованной поверхности зависит от точности расположения режущих кромок относительно окружности резания, однако только в последние годы автору данной статьи удалось разработать методику расчета шероховатости в зависимости от точности подготовки фрезы.

Расчет шероховатости по радиусам лезвий фрезы. Траектории режущих кромок фрезы в древесине представляют собой циклоиды. Делая допущение, что режущие кромки зубьев перемещаются в древесине по дугам окружностей, можно найти координаты гребней волн (точек пересечения траекторий смежных зубьев фрезы) [2]:

$$y_i = R - \sqrt{R_{1i}^2 - \left[\frac{S_z}{2} + \frac{\Delta(2R_{1i} - \Delta)}{2S_z} \right]^2}, \quad (2)$$

$$x_i = S_z(i - 1) + \frac{\Delta(2R_{1i} - \Delta)}{2S_z} + \frac{S_z}{2}, \quad (3)$$

где y – высота гребня, мм; x – абсцисса гребня, мм; S_z – подача на зуб, мм; i – номер пары зубьев; Δ – неточность размеров радиусов, мм; $\Delta = \Delta_{1i-2i} = R_{1i} - R_{2i}$.

Пример 1. Пусть для фрезы диаметром 140 мм радиусы лезвий равны $R = R_1 = 70,06$ мм, $R_2 = 70,00$ мм, $R_3 = 69,96$ мм, $R_4 = 70,02$ мм.

Требуется определить координаты гребней волн и шероховатость фрезерованной поверхности.

Исходные данные и расчеты рекомендуется представить в виде таблицы 3.

Шероховатость поверхности $R_m \text{ max} = 101$ мкм, т.к. гребень высотой 109 мкм будет срезан предыдущими зубьями.

Из (2) следует

$$S_z = \sqrt{y(2R - y)} + \sqrt{y(2R - y) - \Delta(2R - \Delta)}. \quad (4)$$

Таблица 3 – Форма расчета координат гребней волн

Радиусы пар зубьев	$R_1...R_2$	$R_2...R_3$	$R_3...R_4$	$R_4...R_1$
Подача на зуб, мм	2	2	2	2
Максимальный радиус фрезы, мм	70,06	70,06	70,06	70,06
Радиусы лезвий в паре:				
R_{1i} , мм	70,06	70,0	69,96	70,02
R_{2i} , мм	70,0	69,96	70,02	70,06
Погрешность в паре лезвий, $\Delta i = R_{1i} - R_{2i}$, мм	0,06	0,04	-0,06	-0,04
Порядковый номер пары, i	1	2	3	4
Высота гребней по (1), y_i , мм	0,069	0,101	0,109	0,041
Абсцисса гребней по (2), x_i , мм	3,1	4,4	2,9	5,6

Отсюда следует два правила. **Правило 1:** неточность радиусов Δ фрезы не должна превышать высоту гребней кинематических волн u .

Правило 2: значение подачи на зуб складывается из двух слагаемых. Первое из них равно половине максимального значения S_z при $\Delta=0$, а второе меньше первого с поправкой на погрешность длин радиусов Δ .

Исследованиями Ф.М. Манжоса установлено, что при установке ножей в ножевые валы или ножевые головки радиусы резания отдельных режущих кромок отличаются друг от друга на величину 0,07...0,15 мм. Прифуговка лезвий уменьшает неточность расположения режущих кромок, после чего $\Delta=0,04...0,06$ мм.

В табл. 4 приведены значения подачи на зуб, полученные по формуле (4). Максимальное значение S_z получено при $\Delta=0$, минимальное – при $\Delta=u$.

Таблица 4 – Предельные значения подачи на зуб S_z , мм, при цилиндрическом фрезеровании древесины

Высота неровностей $R_{m \max}$, мкм	Диаметр окружности резания D , мм							
	60	80	100	120	140	160	180	200
6,3	0,6/1,2	0,7/1,4	0,8/1,6	0,9/1,7	0,9/1,9	1,0/2,0	1,1/2,1	1,1/2,2
12,5	0,9/1,7	1,1/2,0	1,2/2,2	1,3/2,4	1,4/2,6	1,5/2,8	1,6/3,0	1,7/3,2
25	1,3/2,4	1,5/2,8	1,7/3,2	1,8/3,5	2,0/3,7	2,1/4,0	2,3/4,2	2,4/4,5
50	1,7/3,5	2,1/4,0	2,3/4,5	2,6/4,9	2,8/5,3	3,0/5,7	3,1/6,0	3,3/6,3
100	2,4/4,9	2,8/5,7	3,2/6,3	3,5/6,9	3,9/7,5	4,1/8,0	4,4/8,5	4,6/8,9
200	3,7/6,9	4,3/8,0	4,8/8,9	5,2/9,8	5,7/10,6	6,1/11,3	6,4/12,0	6,8/12,6
400	5,1/9,8	5,9/11,3	6,6/12,6	7,3/13,8	7,8/14,9	7,4/16,0	8,9/17,0	9,4/17,9
800	6,9/13,8	8,2/15,9	9,2/17,8	10,1/19,5	10,9/21,1	11,7/22,6	12,4/23,9	13,1/25,2

Шероховатость поверхности является одной из основных геометрических характеристик качества поверхности деталей, которая оказывает влияние на эксплуатационные показатели изделий (трение и износ подвижных соединений, качество лакокрасочных покрытий, точность измерений и др.). Требования к шероховатости поверхности устанавливаются исходя из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества изделий. Если в этом нет необходимости, то требования к шерохо-

ватости поверхности не устанавливаются и шероховатость этой поверхности не контролируется.

Точность размеров и шероховатость обработанных поверхностей взаимосвязаны, хотя прямой связи между точностью и шероховатостью поверхности нет. Так, например, к самым неточным поверхностям по допуску размера, но предназначенных для лаковой отделки, предъявляют весьма высокие требования шероховатости. Деревянные рукоятки выполняют с низкой точностью размеров, но обязательно шлифуют, добиваясь высокой гладкости их поверхности. Вместе с тем при выборе шероховатости поверхности следует учитывать, что величина микронеровностей поверхности должна укладываться в поле допуска детали, иначе говоря, величина шероховатости должна быть меньше поля допуска IT детали. При назначении шероховатости параметрами R_m , R_z , R_a высоту микронеровностей принимают равной (0,24-0,5) IT.

Точность сопряжения подвижных посадок так же зависит от шероховатости поверхностей деталей, образующих посадку. При неправильно выбранной шероховатости крупные микронеровности в процессе эксплуатации изнашиваются, образуя дополнительный зазор, который может перевести посадку в другой квалитет или в другую посадку. Однако, чем больше прочность древесины, из которой сделаны детали соединения, тем в меньшей степени величина шероховатости сказывается на точности сопряжения деталей.

Библиографический список

1. Белкин, И.М. Допуски и посадки [Текст]: учеб. пособие /И.М. Белкин. М.: Машиностроение, 1992. 528 с
2. Глебов, И.Т. Обработка древесины методом фрезерования [Текст]: учеб. пособие /И.Т. Глебов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 192 с.

Глухих В.Н. (СПбГЛТА, г. Санкт-Петербург, РФ)

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИ АНИЗОТРОПНОГО ТЕЛА С УЧЕТОМ НАЙДЕННЫХ СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ НЕЗАВИСИМЫМИ ПОСТОЯННЫМИ УПРУГОСТИ

DIFFERENTIAL EQUATIONS FOR CYLINDRICAL ANISOTROPIC SOLID SUBJECT TO BETWEENNESS RELATION INDEPENDENT CONSTANTS OF RESILIENCE

При решении задач о напряжениях в цилиндрически анизотропном теле при механических и термических воздействиях необходимо исходить из уравнений теории упругости, которые должны учитывать различие свойств материала в главных направлениях анизотропии и содержать в соответствии с этим более двух упругих постоянных.

В теории упругости анизотропного тела известно дифференциальное уравнение в частных производных четвертого порядка в функции напряжений без учета объемных сил:

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{E_t} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial r^4} + \left(\frac{1}{G_{rt}} - \frac{2\mu_{rt}}{E_r} \right) \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial r^2 \partial \theta^2} + \frac{1}{E_r} \cdot \frac{1}{r^4} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial \theta^4} + \\
 & + \frac{2}{E_t} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial^3 F}{\partial r^3} - \left(\frac{1}{G_{rt}} - \frac{2\mu_{rt}}{E_r} \right) \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{\partial^3 F}{\partial r \partial \theta^2} - \frac{1}{E_r} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial r^2} + \\
 & + \left(2 \frac{1-\mu_{rt}}{E_r} + \frac{1}{G_{rt}} \right) \cdot \frac{1}{r^4} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} + \frac{1}{E_r} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{\partial F}{\partial r} = 0.
 \end{aligned} \tag{1}$$

То же в декартовых координатах [1]:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} (x^4 + Bx^2 y^2 + \alpha^2 y^4) + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} (y^4 + Bx^2 y^2 + \alpha^2 x^4) + \\
 & + \frac{\partial^4 F}{\partial y \partial x^3} [2x^2 + B(y^2 - x^2) - 2\alpha^2 y^2] \cdot 2xy + \frac{\partial^4 F}{\partial x \partial y^3} [2y^2 + B(x^2 - y^2) - 2\alpha^2 x^2] \cdot 2xy + \\
 & + \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} [6x^2 y^2 + B(x^4 - 4x^2 y^2 + y^4) + 6\alpha^2 x^2 y^2] + \frac{\partial^3 F}{\partial x^3} [2x^2 + B(3y^2 - x^2) - 6\alpha^2 y^2] \cdot x + \\
 & + \frac{\partial^3 F}{\partial y^3} [2y^2 + B(3x^2 - y^2) - 6\alpha^2 x^2] \cdot y + \frac{\partial^3 F}{\partial y \partial x^2} [2x^2(1 + 2\alpha^2) + B(y^2 - 3x^2) - 2\alpha^2 y^2] \cdot 3y + \\
 & + \frac{\partial^3 F}{\partial x \partial y^2} [2y^2(1 + 2\alpha^2) + B(x^2 - 3y^2) - 2\alpha^2 x^2] \cdot 3x + \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} (2\alpha^2 - B)(x^2 - y^2) + \\
 & + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} (B - 2\alpha^2)(x^2 - y^2) + \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} (2\alpha^2 - B) \cdot 4xy = 0,
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\text{где } \alpha^2 = \frac{E_t}{E_r}; \quad B = E_t \left(\frac{1}{G_{rt}} - \frac{2\mu_{rt}}{E_r} \right). \tag{3}$$

Используя решение уравнения (2) в виде суммы полиномов [2]

$$F = \sum_{i=1}^K x^i f_i(y), \tag{4}$$

после подстановки и соответствующих преобразований были получены соотношения между постоянными интегрирования, некоторые из которых представляют определенный интерес. Например, соотношения между постоянными C_{04} и C_{22} , C_{13} и C_{31}

$$C_{22} = C_{04} \frac{3(B-1-\alpha^2)}{2(B-2\alpha^2)}, \quad (5)$$

$$C_{31} = -C_{13} \frac{2(B-2\alpha^2)}{3(1+\alpha^2-B)}, \quad (6)$$

$$C_{22} = -C_{04} \frac{6(B-2\alpha^2)}{3+11\alpha^2-7B}, \quad (7)$$

$$C_{31} = -C_{13} \frac{3+11\alpha^2-7B}{6(B-2\alpha^2)}. \quad (8)$$

В результате приравнивания множителей при одинаковых постоянных было получено алгебраическое уравнение

$$B^2 - \frac{2}{3}(5+\alpha^2)B - \frac{5}{3}\alpha^4 + \frac{14}{3}\alpha^2 + 1 = 0, \quad (9)$$

корни которого имеют вид:

$$B_{(1)} = \frac{1+5\alpha^2}{3}; \quad (10)$$

$$B_{(2)} = 3 - \alpha^2. \quad (11)$$

С учетом корня (10) дифференциальное уравнение в полярных координатах (1) примет вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^4 F}{\partial r^4} + \frac{1+5\alpha^2}{3} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial r^2 \partial \theta^2} + \frac{\alpha^2}{r^4} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial \theta^4} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial^3 F}{\partial r^3} - \frac{1+5\alpha^2}{3} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{\partial^3 F}{\partial r \partial \theta^2} - \frac{\alpha^2}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial r^2} + \\ + \frac{1+11\alpha^2}{3} \cdot \frac{1}{r^4} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} + \frac{\alpha^2}{r^2} \cdot \frac{\partial F}{\partial r} = 0. \end{aligned} \quad (12)$$

В декартовых координатах:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} \left(x^4 + \frac{1+5\alpha^2}{3} x^2 y^2 + \alpha^2 y^4 \right) + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} \cdot \left(y^4 + \frac{1+5\alpha^2}{3} x^2 y^2 + \alpha^2 x^4 \right) + \\
 & + 2 \frac{\partial^4 F}{\partial y \partial x^3} \left[2x^2 + \frac{1+5\alpha^2}{3} (y^2 - x^2) - 2\alpha^2 y^2 \right] \cdot xy + \\
 & + 2 \frac{\partial^4 F}{\partial x \partial y^3} \left[2y^2 + \frac{1+5\alpha^2}{3} (x^2 - y^2) - 2\alpha^2 x^2 \right] \cdot xy + \\
 & + \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} \left[6x^2 y^2 + \frac{1+5\alpha^2}{3} (x^4 - 4x^2 y^2 + y^4) + 6\alpha^2 x^2 y^2 \right] + \\
 & + \frac{\partial^3 F}{\partial x^3} \left[2x^2 + \frac{1+5\alpha^2}{3} (3y^2 - x^2) - 6\alpha^2 y^2 \right] \cdot x + \\
 & \frac{\partial^3 F}{\partial y^3} \left[2y^2 + \frac{1+5\alpha^2}{3} (3x^2 - y^2) - 6\alpha^2 x^2 \right] \cdot y + \\
 & + 3 \frac{\partial^3 F}{\partial y \partial x^2} \left[2x^2 (1+2\alpha^2) + \frac{1+5\alpha^2}{3} (y^2 - 3x^2) - 2\alpha^2 y^2 \right] \cdot y + \\
 & + 3 \frac{\partial^3 F}{\partial x \partial y^2} \left[2y^2 (1+2\alpha^2) + \frac{1+5\alpha^2}{3} (x^2 - 3y^2) - 2\alpha^2 x^2 \right] \cdot x + \\
 & + \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} \cdot \frac{\alpha^2 - 1}{3} \cdot (x^2 - y^2) + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} \cdot \frac{1 - \alpha^2}{3} \cdot (x^2 - y^2) + \frac{4\partial^2 F}{3\partial x \partial y} \cdot (\alpha^2 - 1) \cdot xy = 0. \quad (13)
 \end{aligned}$$

Для материалов цилиндрически анизотропных и ортотропных, у которых соотношение постоянных упругости подчиняется закону (1), дифференциальные уравнения имеют вид

– в полярных координатах:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial^4 F}{\partial r^4} + (3 - \alpha^2) \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial r^2 \partial \theta^2} + \frac{\alpha^2}{r^4} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial \theta^4} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial^3 F}{\partial r^3} - (3 - \alpha^2) \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{\partial^3 F}{\partial r \partial \theta^2} - \frac{\alpha^2}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial r^2} + \\
 & + (3 + \alpha^2) \cdot \frac{1}{r^4} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} + \frac{\alpha^2}{r^3} \cdot \frac{\partial F}{\partial r} = 0, \quad (14)
 \end{aligned}$$

– в декартовых координатах:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} [x^2(x^2 + 3y^2) + \alpha^2 y^2(y^2 - x^2)] + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} [y^2(y^2 + 3x^2) + \alpha^2 x^2(x^2 - y^2)] + \\
 & + 2 \frac{\partial^4 F}{\partial x^3 \partial y} (3y^2 - x^2)(1 - \alpha^2) \cdot xy + 2 \frac{\partial^4 F}{\partial x \partial y^3} \cdot (3x^2 - y^2)(1 - \alpha^2) \cdot xy + \\
 & + \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} [2(5\alpha^2 - 3)x^2 y^2 + (3 - \alpha^2)(x^4 + y^4)] + \frac{\partial^3 F}{\partial x^3} (1 - \alpha^2)(9y^2 - x^2) \cdot x + \\
 & + \frac{\partial^3 F}{\partial y^3} (1 - \alpha^2)(9x^2 - y^2) \cdot y + 3 \frac{\partial^3 F}{\partial y \partial x^2} (1 - \alpha^2)(3y^2 - 7x^2) \cdot y + \\
 & + 3 \frac{\partial^3 F}{\partial x \partial y^2} (1 - \alpha^2)(3x^2 - 7y^2) \cdot x + 3 \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} (\alpha^2 - 1)(x^2 - y^2) + \\
 & + 3 \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} (1 - \alpha^2)(x^2 - y^2) + 12 \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial x} (\alpha^2 - 1) \cdot xy = 0. \tag{15}
 \end{aligned}$$

Аналогичное решение можно привести для плоской задачи в перемещениях, используя ранее полученные дифференциальные уравнения [1].

Таким образом, представленные выше дифференциальные уравнения позволяют решать задачи применительно к цилиндрически анизотропным ортотропным телам у которых соотношения между постоянными упругости в главных направлениях анизотропии подчиняются корням (10) и (11) алгебраического уравнения (9).

К таким материалам относится такой природный полимер, как древесина. У большинства отечественных пород древесины соотношение между постоянными упругости подчиняется корню (11), а у таких пород, как ель канадская и пихта дугласова – корню (10).

Библиографический список

1. Глухих В.Н. Плоская задача теории упругости для цилиндрически анизотропного тела // Известия СПбЛТА. Вып. 6 (164). СПб., 1998. С. 141-145.
2. Глухих В.Н. Анизотропия древесины как фактор для повышения качества сушки пиломатериалов: Научное издание. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. 163 с.

Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е., Гороховский А.А.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) elenashishkina@yandex.ru

МОДЕЛЬ ПОТЕНЦИАЛА ВЛАГОПЕРЕНОСА АГЕНТА СУШКИ THE MODEL OF TRANSFER MOISTURE POTENTIAL OF DRYING AGENT

Известно [1, 2, 3], что сорбция влаги древесиной сопровождается выделением значительного количества энергии. На рисунке 1 приведена опытная кривая теплоты набухания древесины сосны, согласно которой максимальная теплота набухания (при влажностях близких к нулю) достигает 300 ккал/кг поглощенной влаги или 22680 Дж/моль. При влажности древесины близкой к 20 % и большей теплота сорбции становится равной нулю.

Для того чтобы гигроскопическая влага была удалена из древесины, агент сушки должен обладать величиной химического потенциала не меньшей, чем работа (теплота) сорбции влаги древесиной, т.е.

$$A_{\text{сорб}} \leq A, \quad (1)$$

где A – химический потенциал агента сушки;
 $A_{\text{сорб}}$ – работа сорбции влаги древесиной.

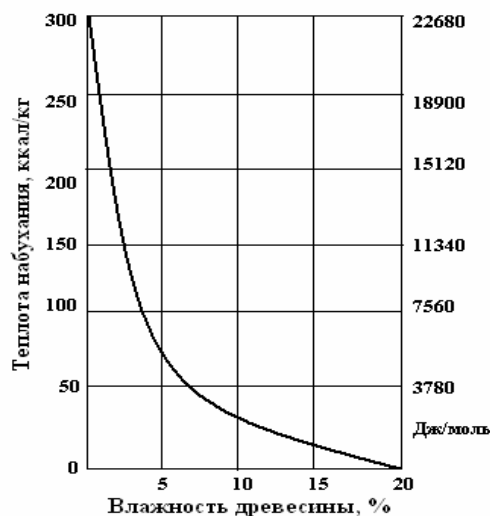


Рисунок 1 – Дифференциальная теплота набухания древесины (при температуре $t = 50^{\circ}\text{C}$, древесина сосны. Опытные данные А.И. Stamm [1])

Химический потенциал агента сушки может быть определен по формуле

$$A = -RT \ln \varphi, \quad (2)$$

где φ – относительная влажность;
 R – универсальная газовая постоянная ($R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$);
 T – абсолютная температура, К.

Очевидно, что при $\varphi = 1,0$ химический потенциал агента равен нулю. Удаление влаги из древесины при этом не происходит, влажность древесины стремится к равновесной.

При $\varphi \rightarrow 0$, $A \rightarrow \infty$, однако поскольку практически невозможно создать среду с $\varphi = 0$, то и получить агент сушки с бесконечно большой величиной химического потенциала также невозможно.

Известно также, что в капиллярах достаточно малого радиуса (порядка 10^{-7} см) над мениском жидкости происходит снижение относительного давления пара φ . Согласно формуле Томпсона [4] давление пара над мениском жидкости в капилляре составляет

$$P = P_{\infty} \exp\left(-\frac{2\sigma V_{ж}}{rRT}\right), \text{ Па} \quad (3)$$

Тогда величина коэффициента снижения давления пара (а следовательно и φ) составит

$$K = \frac{P}{P_{\infty}} = \exp\left(-\frac{2\sigma V_{ж}}{rRT}\right), \quad (4)$$

где P – давление пара над мениском жидкости в капилляре радиусом r ;
 P_{∞} – то же при $r_m \rightarrow \infty$ (r_m – радиус мениска);
 σ – поверхностное натяжение жидкости, Н/м;
 $V_{ж}$ – молярный объем жидкости, м³/моль.

В таблице 1 приведены расчетные значения коэффициентов снижения относительного давления водяного пара в капиллярах древесины при различных значениях ее температуры и влажности.

Таблица 1 – Коэффициент снижения давления водяного пара в капиллярах древесины

Температура древесины, К	Влажность древесины, %			
	5,0	10,0	20,0	30,0
303	0,147	0,258	0,384	0,457
333	0,198	0,318	0,443	0,517
363	0,242	0,367	0,492	0,561

Из данных, приведенных в таблице 1 следует, что с повышением температуры и влажности древесины относительное снижение давления пара становится менее существенным, хотя и достаточно заметным.

Так максимальное снижение может достигать 6,8 раза ($T = 303$ К, $W = 5$ %). В то же время при $T = 363$ К, $W = 20$ % снижение давления составляет примерно 2 раза.

Выражение для величины химического потенциала при этом приобретает вид

$$A = -RT \ln(K_{сн} \varphi), \quad (5)$$

где $K_{сн}$ – коэффициент снижения (табл. 1).

В таблице 2 приведены расчетные значения химического потенциала агента сушки, соответствующие некоторым значениям равновесной влажности древесины. Из данных таблицы 2 следует, что химический потенциал в приведенном диапазоне мало зависит от значений температуры агента, практически полностью определяясь величиной равновесной влажности, точнее, степенью насыщенности среды (при заданной температуре).

Из данных рисунка 2 можно заключить, что расчетные значения химического потенциала достаточно близко совпадают с экспериментальными данными А. Stamm [1] по теплоте сорбции древесины сосны. Причем значения химического потенциала

несколько превышают значения работы сорбции, что отвечает (1). Исключение составляет зона экстремально низкой влажности древесины (менее 5 %), для которой значения химического потенциала оказались ниже работы сорбции. Возможно это связано с неточностью определения ϕ для малых u_p , а также с неопределенностью точного значения коэффициента понижения для данных значений равновесной влажности. Таким образом, величина химического потенциала может служить косвенной оценкой равновесной влажности среды, а, с другой стороны, можно заключить, что в приведенном диапазоне температур агент обладает достаточным химическим, а значит и влагопереносным потенциалом для сушки древесины до требуемых практическими нуждами значений.

Таблица 2 – Расчетные значения химического потенциала агента сушки

Параметр	Температура, К											
	330				333				363			
Равновесная влажность, %	2,5	5,0	10,0	15,0	2,5	5,0	10,0	15,0	2,5	5,0	10,0	15,0
Степень насыщенности сферы	0,1	0,24	0,59	0,78	0,12	0,32	0,68	0,85	0,175	0,4	0,775	0,9
То же, с учетом коэффициента снижения	0,0147	0,0353	0,152	0,332	0,0294	0,0774	0,216	0,365	0,042	0,0968	0,284	0,387
Химический потенциал, Дж/(моль·К)	10626	8420	4744	2770	9206	7083	4239	2786	9562	7044	3798	2863



Рисунок 2 – Химический потенциал среды и равновесная влажность древесины ((1 – 4) – теплота сорбции (по графику А. Stamm, рисунок 1))
Химический потенциал, К: ■ - 303; □ - 333; ▤ - 363.

Значительный интерес также представляет определение значения химического потенциала агента сушки образцов при определении влажности древесины сушильно-весовым методом [5].

Дело в том, что согласно ГОСТ 16588-91 нормируется значение температуры в сушильном шкафу: 103 ± 2 °С, но никак не оговаривается степень насыщенности сушильного агента.

С другой стороны нормальными условиями для производственных лабораторий считаются: $t = 20$ °С, $\varphi = 0,4 - 0,6$.

Если считать, что в сушильный шкаф, расположенный в помещении лаборатории поступает воздух с выше указанными параметрами, то после нагревания его до 105 °С степень насыщенности приобретает значение $\varphi = 0,063 - 0,097$, с учетом коэффициента понижения химической потенциал агента с такими параметрами составит:

$$A = 18845 - 20278 \text{ Дж/моль.}$$

Это соответствует по графику А. Stamm (рисунок 1) значению равновесной влажности $U_p = 0,72 - 1,15\%$.

Это свидетельствует о том, что при определении влажности сушильно-весовым методом возникает систематическая погрешность близкая к 1% абсолютной влажности. Но поскольку такая погрешность возникает при каждом изменении, то с целью упрощения ей можно пренебречь, особенно при практическом определении влажности в условиях производства.

Выводы:

1. Для того чтобы гигроскопическая влага была удалена из древесины, агент сушки должен обладать величиной химического потенциала не меньшей, чем работа сорбции влаги древесиной.

2. Расчетные значения химического потенциала достаточно близко совпадают с экспериментальными данными по теплоте сорбции древесины сосны. Таким образом, значение химического потенциала может служить косвенной оценкой величины равновесной влажности среды.

3. При определении влажности древесины сушильно-весовым методом возникает систематическая погрешность, близкая к 1 % абсолютной влажности. Это связано с тем, что агент в сушильном шкафу лаборатории не обладает достаточным по величине химическим потенциалом.

Библиографический список

1. Кречетов, И.В. Сушка древесины [Текст] / И.В. Кречетов. М.: Лесн. пром-сть, 1977.
2. Шубин, Г.С. Сушка и тепловая обработка древесины [Текст] / Г.С Шубин. М.: Лесн. пром-сть, 1990. 336 с.
3. Никитин, В.М. Химия древесины [Текст] / В.М. Никитин, А.В. Аболенская, В.П. Щеголев. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 368 с.
4. Никитина, Л.М. Термодинамические параметры и коэффициенты массопереноса во влажных материалах [Текст] / Л.М. Никитина. М: Энергия, 1968. 499 с.
5. ГОСТ 16588 – 91 Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1992.

Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е., Гороховский А.А.
 Петров М.С., Баженов А.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
elenashishkina@yandex.ru

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

EFFECTIVE WAYS OF LOW TEMPERATURE TIMBER DRYING

В промышленности до настоящего времени используются режимы, регламентированные «Руководящими техническими материалами по технологии камерной сушки древесины» (РТМ) 1985 года издания [1]. Они подразделяются на режимы низкотемпературного процесса (мягкие, нормальные и форсированные), а также высокотемпературные режимы. Высокотемпературные и форсированные режимы крайне негативно влияют на физико-механические свойства древесины и в настоящее время не рекомендованы к применению [2, 3]. Режимы предусматривают ступенчатое изменение параметров воздуха в камере. Влажность древесины, при которой переходят со ступени на ступень, называют переходной. Построение режимов различно для древесины хвойных и лиственных пород. Для хвойных пород регламентируются значения переходной влажности 35% и 25% (для мягких режимов 35% и 20%), для лиственных пород 30% и 20%.

Интенсивность испарения влаги при сушке в среде заданного состояния характеризуется жесткостью режима. Жесткость режима возрастает с увеличением психрометрической разности.

Структура нормативного режима, соответствующая РТМ, приведена на рис.1.

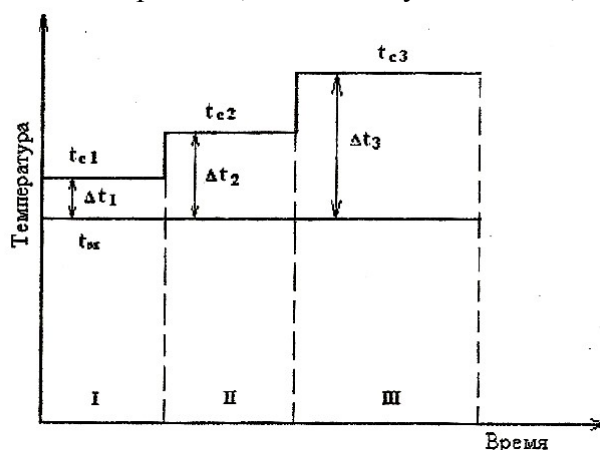


Рисунок 1 – Структура нормативных режимов сушки пиломатериалов:

I, II, III – ступени процесса сушки;

t_{c1}, t_{c2}, t_{c3} – температура по сухому термометру на соответствующей ступени;

t_m – температура по смоченному термометру

$\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$ – психрометрическая разность на соответствующей ступени.

Л.Н.Кротов [4] пишет, что анализ нормативных режимов сушки пиломатериалов в камерах как периодического, так и непрерывного действия дает основания считать, что с точки зрения продолжительности процесса, сохранения целостности материала и

энергетических затрат эти режимы не являются оптимальными. В этой связи им была предложена другая структура режима, при которой температура агента сушки по сухому термометру не изменяется на протяжении всего процесса, а температура по смоченному термометру постоянно снижается, и к концу сушки психрометрическая разность достигает наибольшей величины. Структура режимов сушки Л.Н.Кротова приведена на рисунке 2.

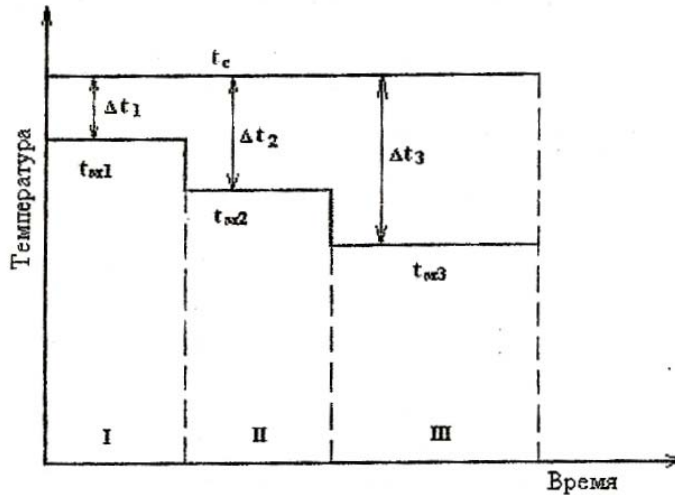


Рисунок 2 – Структура эффективных режимов сушки Л.Н.Кротова

Известно, что для конвективной сушки основным действующим фактором является влагопроводность. Порода древесины существенно влияет на ее влагопроводность. Объясняется это тем, что древесина разных пород имеет различную плотность. При повышении плотности древесины ее влагопроводность уменьшается в результате уменьшения в материале относительного объема капилляров. Температура еще более существенно влияет на влагопроводность древесины. При повышении температуры коэффициент влагопроводности резко возрастает. Это объясняется, с одной стороны, увеличением коэффициента диффузии водяного пара, а с другой стороны, снижением вязкости жидкой влаги в капиллярах. Такое влияние требует поддерживать температуру по сухому термометру, максимально возможную для данной категории режимов.

Эксперименты подтвердили высокую эффективность структуры режима сушки Л.Н. Кротова. Так, продолжительность процесса сушки лиственничных пиломатериалов по сравнению с таковой при традиционных режимах снижается для тонких сортиментов на 10-15 %, а для более толстых на 10-25 %. Во всех случаях уменьшаются трещины и коробление [4].

В настоящее время, в период разукрупнения деревообрабатывающей промышленности, на предприятиях в качестве теплоносителя все чаще стали применять горячую воду при атмосферном давлении, применение которой делает ограниченным использование существующих режимов сушки пиломатериалов, так как они построены с учетом применения пара в качестве теплоносителя. Из низкотемпературных режимов сушки только мягкие предусматривают температуру ниже 80 °С на протяжении процесса, а уже в нормальных режимах температура агента сушки доходит до 100, а иногда даже превышает 100 °С. Применение форсированных, а тем более высокотемпературных режимов сушки не представляется возможным. В связи с этим все более остро сто-

ит проблема разработки новых эффективных низкотемпературных режимов сушки пиломатериалов.

Для управления сушильной камерой в процессе сушки, как правило, применяются автоматические регуляторы процесса, которые способны изменять параметры агента сушки по любому плавному закону.

Нами были исследованы режимы сушки бесступенчатой структуры, построенные на основе теории влагопроводности древесины и влагообмена ее с окружающей средой.

Вычислительный эксперимент проводился с использованием специально разработанного программного обеспечения (ПО) в вычислительной среде Mathcad [5]. Данное ПО позволяет решать уравнение влагопроводности древесины при изотермических условиях и ГУ III рода для влагообмена на поверхности древесины [6].

Исходными данными для расчета во времени полей влагосодержания у данной программы являются:

- порода древесины;
- толщина доски;
- параметры закона изменения равновесной влажности в функции средней влажности пиломатериалов;
- шаг по толщине пиломатериала;
- шаг по времени;
- температура агента сушки;
- характеристика массопереноса:
 - коэффициент влагопроводности a_m ;
 - коэффициент влагообмена, α_m .

Выходными параметрами программы являются:

- расчетные значения влажности древесины в каждой из n -точек по сечению доски в любой интересующий нас момент времени;
- средняя влажность по сечению доски (также в функции времени);
- равновесная влажность агента сушки в заданный момент времени.

В конкретной версии программы количество точек по сечению, в которых определялась влажность древесины, принималось $n = 9$, что предполагает дифференциацию сечения доски на 8 интервалов.

По результатам расчетов построены двухмерные графики (с использованием встроенных процедур Mathcad – 14).

При исследовании полей влагосодержания во время сушки была использована структура режимов, рекомендованная Л.Н. Кротовым (рис.2), со следующими изменениями:

- температура агента сушки по сухому термометру принималась равной $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $75\text{ }^{\circ}\text{C}$, что связано с применением в качестве теплоносителя горячей воды.
- степень насыщенности обрабатываемой среды изменяется не ступенчато, а плавно, что в большей степени соответствует современным принципам управления сушкой. Кроме того, для такого инерционного объекта как лесосушильная камера ступенчатое изменение какого-либо параметра возможно лишь чисто теоретически, так как на месте гипотетической ступени возникает масштабный переходный процесс, продолжающийся, как правило, несколько часов;

• зависимость равновесной влажности агента сушки от влажности древесины описывается выражением [7]:

$$W_p = W_{pk} + (W_{pn} - W_{pk}) \cdot e^{-e^{b_0 + b_1 W_{ap}}}, \quad (1)$$

где W_{pk} – равновесная влажность среды в конце сушки (соответствует III ступени нормативного режима);

W_{pn} – равновесная влажность в начале сушки (соответствует I ступени нормативного режима);

b_0, b_1 – коэффициенты уравнения.

Выражение (1) представляет собой уравнение на базе функции желательности [7, 8].

Некоторые результаты вычислительного эксперимента графически интерпретированы рис. 3 – 6.

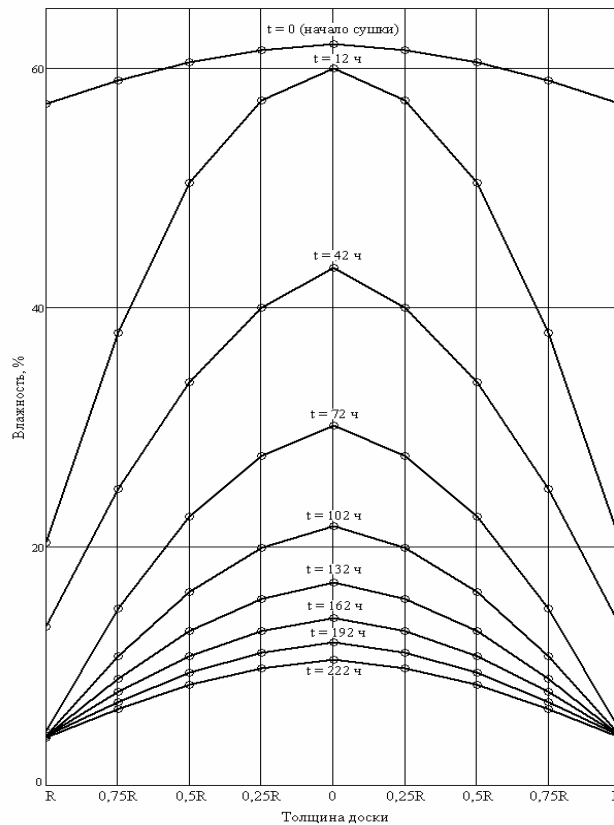


Рисунок 3 – Распределение влажности по толщине доски в различные моменты времени сушки (порода древесины – сосна; толщина доски – 40 мм; температура – 70 °С; начальная влажность (W_n) – 60%; конечная влажность (W_k) – 8%; равновесная влажность: начальная – 15%, конечная – 4%)

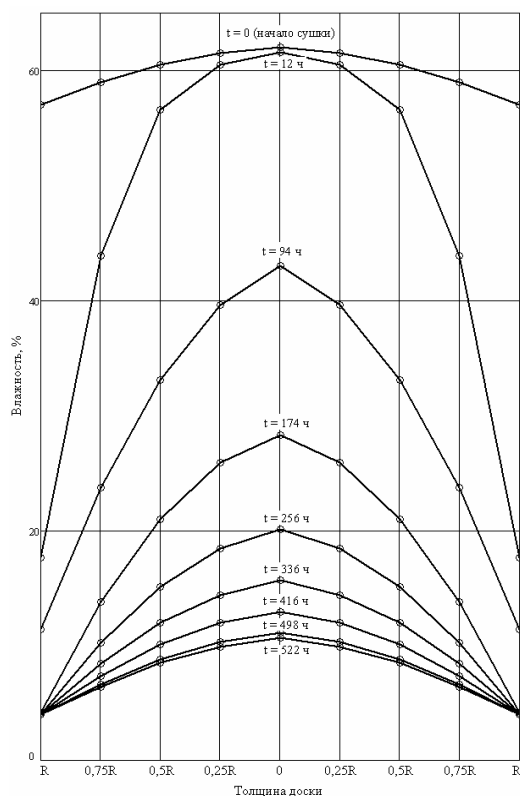


Рисунок 4 – Распределение влажности по толщине доски в различные моменты времени сушки (порода древесины – лиственница; толщина доски – 40 мм; температура – 70°C; начальная влажность (W_n) – 60%; конечная влажность (W_k) – 8%; равновесная влажность: начальная – 15%, конечная – 4%)

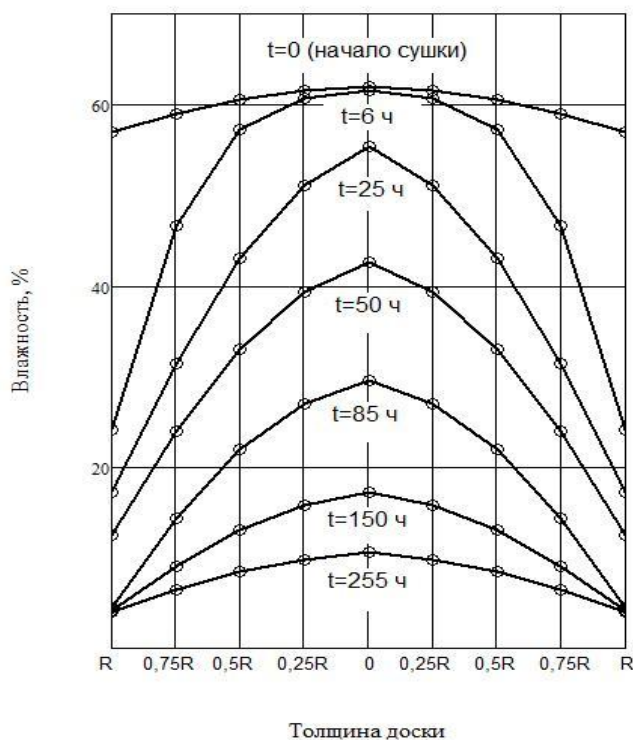


Рисунок 5 – Распределение влажности по толщине доски в различные моменты времени сушки (порода древесины – береза; толщина доски – 40 мм; температура - 75°C; начальная влажность (W_n) – 60%; конечная влажность (W_k) – 8%; равновесная влажность: начальная – 15%; конечная – 4%)

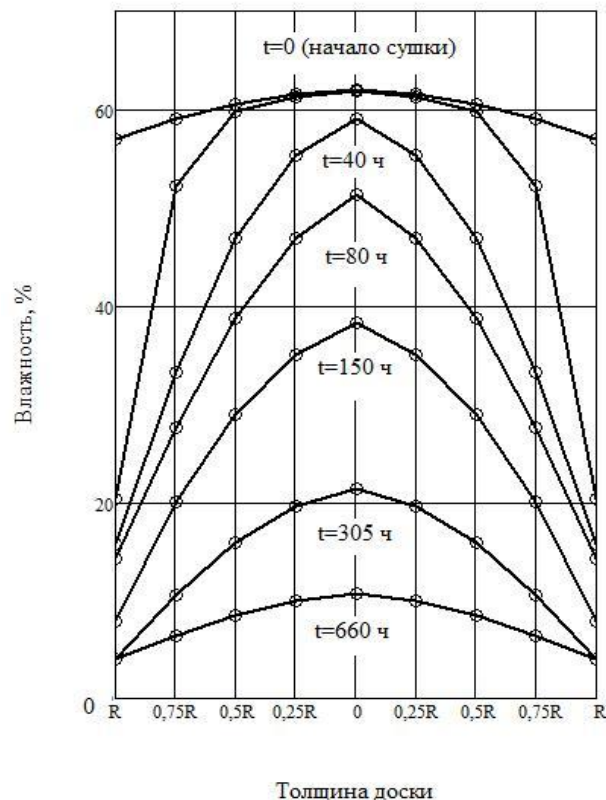


Рисунок 6 – Распределение влажности по толщине доски в различные моменты времени сушки (порода древесины – дуб; толщина доски – 40 мм; температура - 70°C; начальная влажность (W_n) – 60%; конечная влажность (W_k) – 8%; равновесная влажность: начальная – 15%; конечная – 4%)

На основании проведенного вычислительного эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Регулирование параметров агента сушки по плавному закону изменения равновесной влажности на базе функции желательности позволяет высушивать древесину при использовании современных средств автоматизации процесса сушки.

2. Кривые распределения влажности по толщине доски в различные моменты времени сушки показывают, что незначительное увеличение температуры с 70 до 75 при прочих равных условиях дает сокращение времени сушки порядка 20 %, при этом конечное распределение влажности по сечению доски примерно одинаково в обоих случаях.

3. Для выяснения влияния интенсивности испарения влаги с поверхности сортамента и необходимости проведения промежуточных влаготеплообработок необходимо провести дополнительные исследования развития внутренних напряжений в доске во время сушки.

4. Применение бесступенчатых режимов дает возможность эффективно управлять равновесной влажностью древесины во время сушки путем регулирования относительной влажности воздуха в камере при постоянной его температуре, что более благоприятно сказывается на физико-механических свойствах древесины, тем более, когда речь идет о сушке ценных пород древесины [2].

Библиографический список

1. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины [Текст] / ЦНИИМОД. Архангельск: «Правда Севера», 1985.

2. Кречетов, И. В. Сушка древесины [Текст] / И. В. Кречетов / М.: Лесная промышленность, 1977.
3. Гороховский, А. Г. Качество сушки пиломатериалов [Текст] / А. Г. Гороховский, Е. Е. Шишкина / Екатеринбург: УГЛТУ, 2008.
4. Кротов, Л. Н. Рациональная структура режимов сушки пиломатериалов [Текст] / Л. Н. Кротов / Деревообрабатывающая промышленность, 1987. № 12. С. 14 – 15.
5. Кирьянов, Д.В. Mathcad – 12 [Текст] / Д.В. Кирьянов. СПб.: БХВ – Петербург, 2005.
6. Шубин, Г.С. Сушка и тепловая обработка древесины [Текст] / Г.С Шубин. М.: Лесн. пром-сть, 1990.
7. Гороховский, А.Г. Технология сушки пиломатериалов на основе моделирования и оптимизации процессов тепломассопереноса в древесине [Текст]: автореф. ... д-ра техн. наук / Гороховский Александр Григорьевич. СПб, 2008.
8. Пижурин, А. А. Основы моделирования и оптимизации процессов деревообработки [Текст] / А. А. Пижурин, М. С. Розенбит / М.: Лесная промышленность, 1988.

Денисов С.В., Русаков Д.С. (БрГУ, г. Братск, РФ) tdo@brstu.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ
ACETYLATED GLUTEN COMPOSITIONS ADHESIVE
PROPERTIES RESEARCH**

Молекулярно-адсорбционная теория рассматривает адгезию как поверхностный процесс. В результате сил притяжения между поверхностными атомами и молекулами образуется прочная связь соединяемых веществ. Согласно этой теории, чем больше площадь контакта адгезива (клеящего вещества) и субстрата (подложки), тем выше прочность клеевого соединения - при условии смачивания им древесины. Известно, что древесину хорошо смачивают только те жидкости, у которых поверхностное натяжение меньше, чем у самой древесины.

Смачивание - важный момент для качественного склеивания, способствующий увеличению площади контакта взаимодействующих клеящего вещества и подложки в результате адсорбции. При склеивании древесины традиционными для деревообработки клеями наблюдается как физическая, так и химическая адсорбция.

Одно из условий получения качественного шпона – высокая влажность фанерного сырья, но изготовленный на лущильных станках шпон сразу должен быть подвергнут сушке для предотвращения биологического заражения древесины. Необходимость сушки шпона диктуется также самой технологией изготовления фанеры и предъявляемых к ней качественными характеристиками.

Влажность шпона, равно как и древесины, обусловлена наличием связанной влаги в стенках древесных клеток и свободной влаги в их полостях. Состояние древесины, при котором в ней содержится максимальное количество связанной влаги и не содержится свободной, называется точкой насыщения волокна. Для различных пород древесины это состояние отвечает практически одинаковой влажности, равной 30 %.

Начальная влажность шпона перед сушкой обычно значительно выше 30 % и колеблется в широких пределах. Она зависит от породы древесины, времени и способа заготовки сырья, его хранения, условий подготовки сырья к лущению и параметров режима лущения.

В условиях таких колебаний начальной влажности требуемая конечная влажность шпона может быть достигнута непрерывным регулированием режима сушки или разделением шпона на партии, в пределах которых влажность колебалась бы незначительно.

Ранее в работах [1,2] была исследована и доказана возможность склеивания хвойной фанеры модифицированной фенолоформальдегидной смолой (ФФС), где в качестве модифицирующей добавки выступал, промежуточный продукт лесохимического производства Братского ЛПК, - “пектол”.

Целью настоящей работы на первом этапе являлось исследование распределения влажности, шероховатости шпона и процентного содержания “пектола” в ФФС на смачивающую способность последней. На втором этапе - предполагалось установить количественную взаимосвязь между содержанием “пектола” в смоле и теоретической работой адгезии, характеризующей адгезионное взаимодействие подложки с адгезивом.

Учитывая, что адгезия в значительной степени зависит от смачивающей способности смолы, которая в свою очередь зависит от параметров древесины и смолы, в качестве переменных факторов при проведении исследований смачивающей способности смолы были приняты: влажность шпона (W), шероховатость шпона (R_z), количество пектола вводимого в смолу (%).

В процессе эксперимента изменялись влажность, шероховатость и процентное содержание “пектола”, в последующем следили за изменением смачивающей способности смолы. Критерием смачивающей способности служила величина краевого угла смачивания.

Для оценки влияния технологических факторов на смачивающую способность модифицированной ФФС, был проведен эксперимент с использованием композиционного плана второго порядка – В – плана [3].

Входные параметры:

- 1) Влажность шпона (W , %);
- 2) Шероховатость шпона (R_{zmax} , мкм);
- 3) Содержание пектола в смоле (%).

Выходные параметры: 1) Краевой угол смачивания (θ , рад).

Постоянные факторы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование фактора	Единица измерения	Значение
Порода	-	Сосна
Температура окружающей среды	$^{\circ}C$	20
Температура смолы	$^{\circ}C$	20
Марка смолы	-	СФЖ-3013

Исследуемые переменные (технологические факторы) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование фактора	Единица измерения	Код обозначения	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
				X _{min}	X _{ср}	X _{max}
Влажность шпона	%	X ₁	4	2	6	10
Шероховатость шпона	мкм	X ₂	50	200	250	300
Содержание “пектола” в ФФС	%	X ₃	5	5	10	15

Выходные параметры (показатели качества) представлены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Единица измерения	Код обозначения	Методы и средства контроля
Краевой угол смачивания	рад	Y ₁	Микроскоп

В таблице 4 приведена соответствующая матрица планирования в нормализованных обозначениях.

Таблица 4

Номер опыта	X1	X2	X3	Y	S
1	-1	-1	-1	Y1	S1
2	+1	-1	-1	Y2	S2
3	-1	+1	-1	Y3	S3
4	+1	+1	-1	Y4	S4
5	-1	-1	+1	Y5	S5
6	+1	-1	+1	Y6	S6
7	-1	+1	+1	Y7	S7
8	+1	+1	+1	Y8	S8
9	-1	0	0	Y9	S9
10	+1	0	0	Y10	S10
11	0	-1	0	Y11	S11
12	0	+1	0	Y12	S12
13	0	0	-1	Y13	S13
14	0	0	+1	Y14	S14

Обработка результата эксперимента проводилась вручную, при этом уравнения регрессии строились для натуральных значений.

Поскольку статистика как метод исследования имеет дело с данными, достаточно ограниченными по объему и в которых интересующие исследователя закономерности искажены различными случайными факторами, то большинство статистических

вычислений сопровождается проверкой некоторых предположений или гипотез о источнике этих данных.

Построим модель второго порядка для трех варьируемых факторов:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (1)$$

При обработке данных применялся экспериментальный метод получения математических уравнений. Этот метод справедлив лишь в узком диапазоне входных факторов, только в пределах их измерения при проведении эксперимента.

Подставив значимые коэффициенты, уравнение регрессии примет вид:

$$Y^{\text{изг}} = 73,085 - 1,009x_3 - 2,95x_2^2 + 0,3375x_2x_3$$

$$Y^{\text{скал}} = 2,205 - 0,019x_1 + 0,039x_2$$

Вычисленное по уравнению регрессии значение выходной величины Y почти всегда отличается от измеренного в опытах.

Расчетный критерий Фишера равен:

$$F_{\text{расч.}}^{\text{изг}} = 1,81; F_{\text{расч.}}^{\text{скал}} = 1,41$$

$$F_{\text{табл.}}^{\text{изг}} = 1,99; F_{\text{табл.}}^{\text{скал}} = 2,04$$

Полученное соотношение $F_{\text{расч.}} < F_{\text{табл.}}$ позволяет принять гипотезу об адекватности регрессионной модели.

Таким образом, полученная модель считается адекватной и может быть использована для описания объекта исследований. На основании результатов полученных в ходе исследований были построены зависимости краевого угла смачивания от различных технологических параметров производства фанеры (рис. 1 - 5).

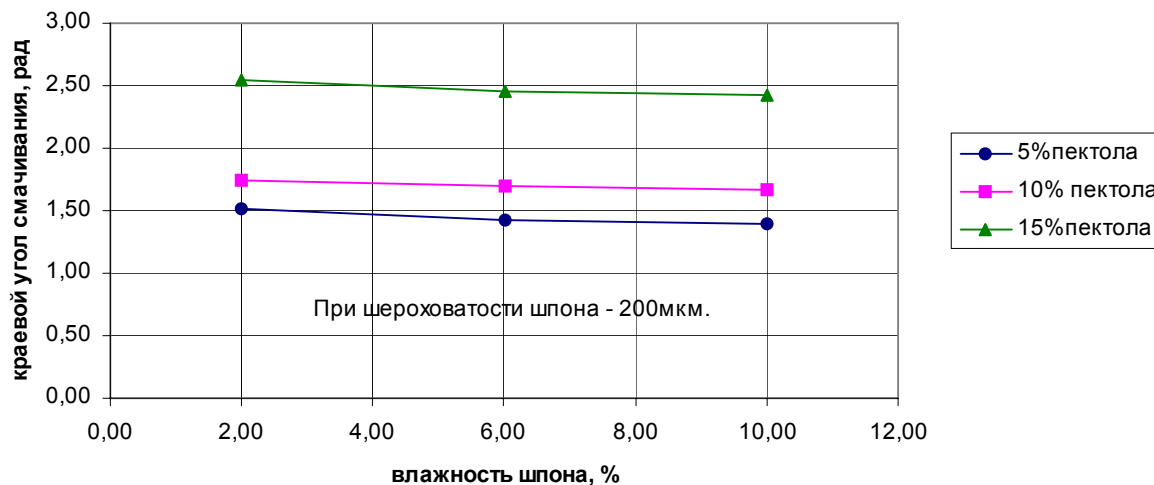


Рисунок 1 – Зависимость краевого угла смачивания от влажности шпона

Анализируя полученные кривые на графике (рис. 1) можно сделать вывод, что с увеличением влажности шпона, в исследуемом диапазоне (2% - 10%) происходит уменьшение краевого угла смачивания, что свидетельствует об улучшении смачивающей способности модифицированной смолы.

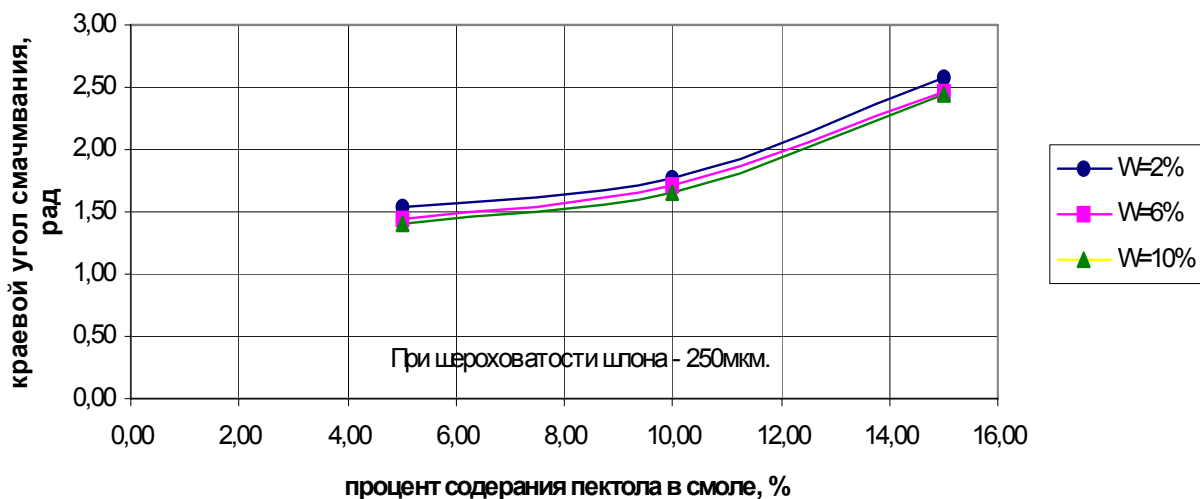


Рисунок 2 – Зависимость краевого угла смачивания от процентного содержания пектола в смоле

Анализируя полученные кривые на графике (рис. 2) можно сделать вывод, что с увеличением количества вводимого модификатора краевой угол смачивания увеличивается.

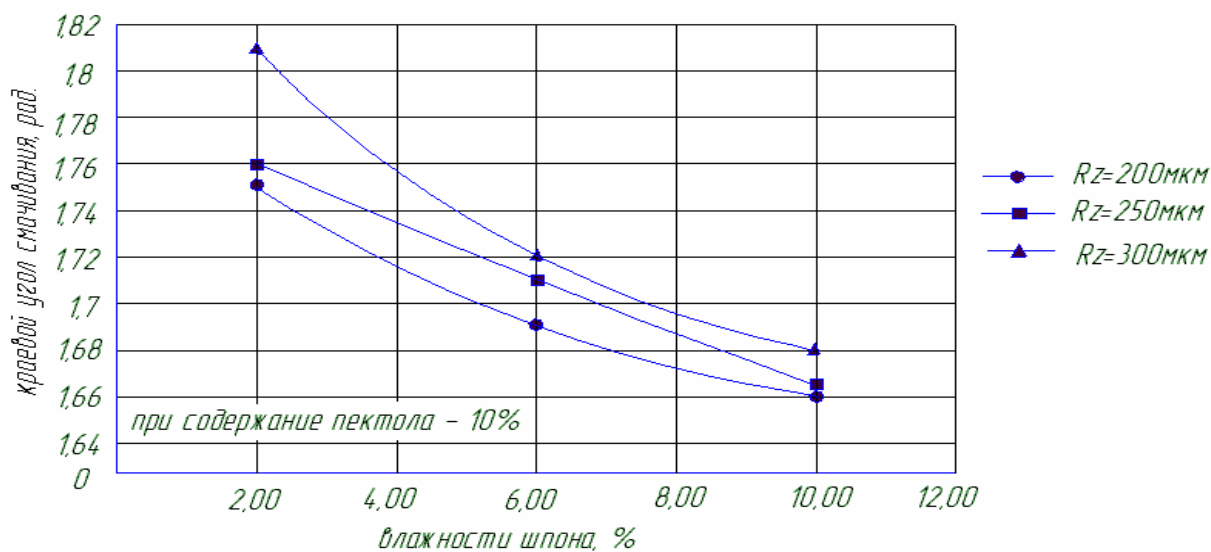


Рисунок 3 – Зависимость краевого угла смачивания от влажности шпона

Анализируя полученные кривые на графике (рис. 3) можно сделать вывод, что краевой угол смачивания уменьшается с увеличением влажности шпона и эта закономерность сохраняется для шпона различной шероховатости (от 200 до 300 мкм).

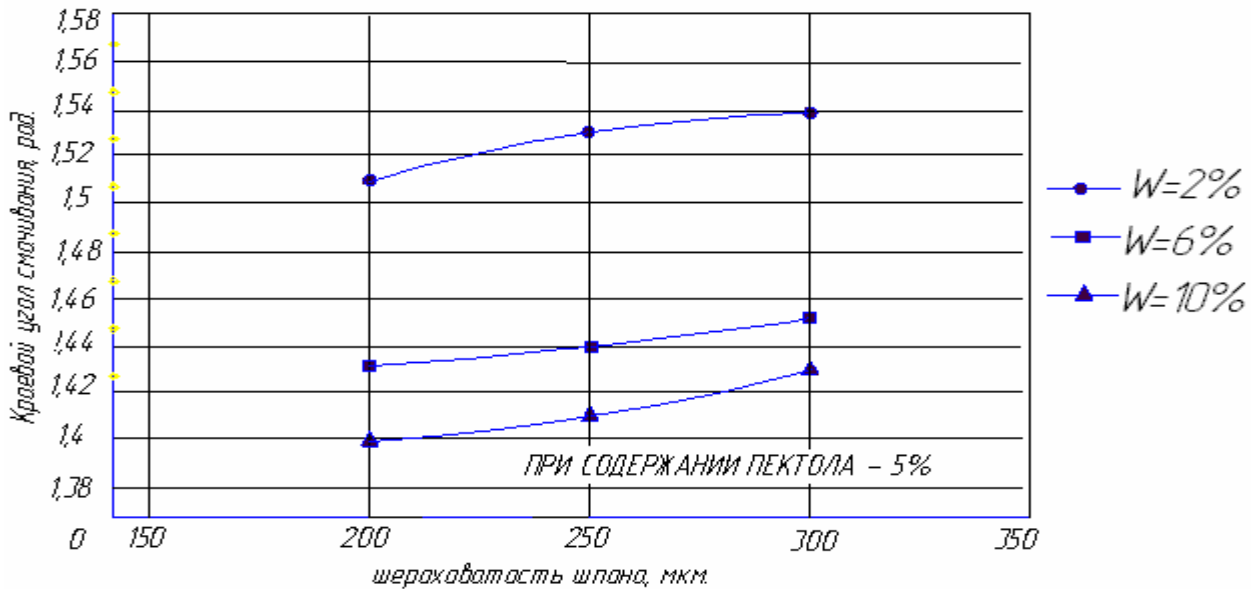


Рисунок 4 – Зависимость краевого угла смачивания от шероховатости шпона

Анализируя полученные кривые на графике (рис. 4) можно сделать вывод, что с увеличением шероховатости краевой угол смачивания увеличивается, то есть смачивающая способность смолы уменьшается.

Поверхностное натяжение жидкого клея также оказывает большое влияние на способность розлива его на поверхности. Поверхностное натяжение – это сила, действующая по касательной к поверхности жидкости и стремящаяся сократить поверхность жидкости до минимальных размеров – сферы (капли). Оно определяется коэффициентом, равным силе, действующей на единицу длины линии, являющейся границей поверхности жидкости. Поверхностное натяжение смолы определяли по методике описанной[4].

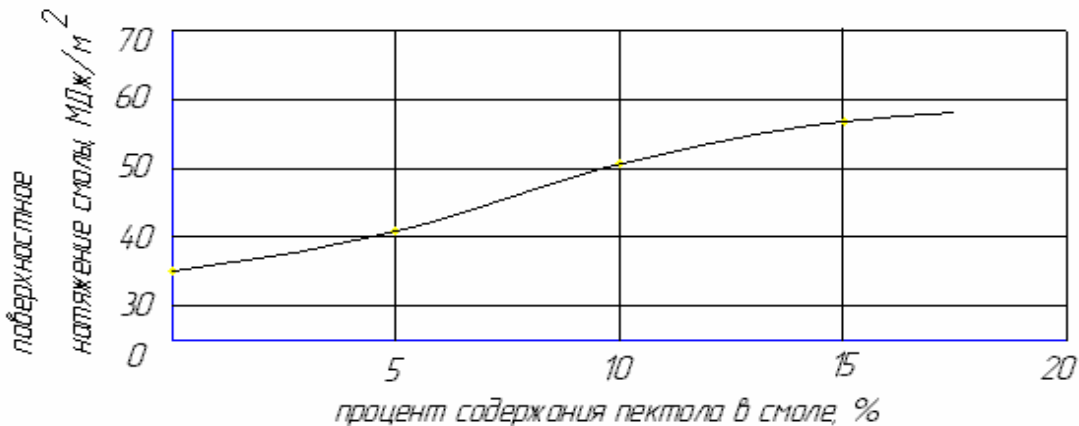


Рисунок 5 – Зависимость поверхностного натяжения от процента содержания пектола в смоле

Анализируя полученную кривую на графике (рис. 5) можно сделать вывод, с увеличением процентного содержания “пектола” в смоле происходит значительный рост поверхностных натяжений, что в свою очередь объясняется увеличением сил, удерживающих клеевую пленку в напряженном состоянии.

Важнейшее свойство клеевых материалов – это адгезия. От величины и стабильности адгезии существенно зависят многие свойства клеевого соединения, в том числе

долговечность и защитная способность в различных условиях эксплуатации. Адгезия – явление, в процессе которого устанавливаются связи между смолой и подложкой. Существует много различных теорий адгезии (диффузионная, молекулярная, адсорбционная, механическая, электрическая, микрореологическая и др.).

Наличие разновидностей теорий свидетельствует о сложности этого явления, его многогранности. Разные теоретические представления об адгезии не являются взаимоисключающими, а свидетельствуют о том, что при контактировании адгезива и субстрата могут осуществляться различные адгезионные связи, либо их совокупность.

Об адгезии обычно судят по адгезионной прочности, т.е. по работе, которую требуется затратить на разрушение адгезионных связей. Краевой угол смачивания определяли по методике описанной в [5].

Работу адгезии определяется по формуле:

$$W_a = \sigma_{жг} * (1 + \cos \theta) \quad (2)$$

Результаты расчетов работы адгезии представлены в таблице 5.

Таблица 5

Влажность шпона, %	Содержание пектола, %	Шероховатость шпона, мкм	Краевой угол смачивания, рад.	$1 + \cos \theta$	Поверхностное натяжение, $\sigma_{жг}$, мДж/м ²	Работа адгезии, мДж/м ²
1	2	3	4	5	6	7
2	5	200	1,51	1,06	40,3	42,76
		250	1,53	1,04		41,95
		300	1,54	1,03		41,55
	10	200	1,75	0,82	50,7	41,68
		250	1,76	0,81		41,17
		300	1,81	0,76		38,68
	15	200	2,55	0,17	56,67	9,63
		250	2,58	0,19		10,99
		300	2,6	0,14		8,10
6	5	200	1,43	1,14	40,3	45,94
		250	1,44	1,13		45,54
		300	1,45	1,12		45,14
	10	200	1,69	0,88	50,7	44,62
		250	1,71	0,86		43,65
		300	1,72	0,85		43,14
	15	200	2,45	0,23	56,67	13,03
		250	2,46	0,22		12,64
		300	2,46	0,22		12,41
10	5	200	1,4	1,17	40,3	47,15
		250	1,41	1,16		46,75
		300	1,43	1,14		45,94
	10	200	1,66	0,91	50,7	46,14
		250	1,66	0,91		46,03
		300	1,68	0,89		45,17
	15	200	2,43	0,24	56,67	13,77
		250	2,44	0,24		13,37
		300	2,45	0,23		13,03

Как следует из формулы 2, увеличение поверхностного натяжения и уменьшение краевого угла смачивания способствует увеличению работы адгезии. Установлено, что с повышением вязкости смол увеличивается их поверхностное натяжение, а с повышением влажности шпона улучшается смачивание, характеризующееся уменьшением краевого угла смачивания.

На основании полученных данных можно сделать общие выводы по работе. Образование молекулярного межфазного контакта на стадии формирования клевого соединения считается основной предпосылкой для реализации адгезионного взаимодействия. Чаще всего процесс образования адгезионного контакта жидкий клей–древесина рассматривается с позиций термодинамики поверхностных явлений. Термодинамическая концепция смачивания в ее строгом виде имеет ограниченные возможности при описании процесса адгезионного взаимодействия такой сложной системы как клей–древесина. Значение краевого угла смачивания поверхности древесины клеем не может служить показателем адгезионной прочности будущего клевого соединения. Смачивание только создает необходимые условия для адгезии, являясь необходимым, но еще недостаточным условием формирования адгезионного контакта жидкий клей–древесина. Кроме того, при оценке механизма формирования адгезионного контакта следует учитывать физические, физико–химические и реологические свойства клея и древесины.

Теоретически обоснованно влияние основных физических и физико-химических свойств модифицированной водорастворимой ФФС и древесины, а также основных технологических факторов на процесс формирования адгезионного контакта жидкий клей-древесина. Результаты исследований закладывают основы для совершенствований режимов синтеза смол, разработки новых рецептур клеев и связующих, оптимизации режимов холодной подпрессовки фанеры.

Библиографический список

1. Денисов С.В., Русаков Д.С. Исследование возможности склеивания хвойной фанеры на основе модифицированных отходами лесохимического производства фенолоформальдегидных смол // Естественные и инженерные науки – развитию регионов: Материалы межрегиональной научно-технической конференции. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», - 2004. – С. 186-187.
2. Денисов С.В., Русаков Д.С. Эффективная технология склеивания хвойной фанеры модифицированными клеями // Труды Братского государственного технического университета. – Том 2. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», - 2004. – С. 192-195.
3. Пижурич А.А., Розенблит М.Е. Исследование процессов деревообработки. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 231 с.
4. Онегин В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины. – Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1983. – 147с.
5. Трошкин С.Н., Симикина А.А. Технология защитно-декоративных покрытий: учебное пособие – Братск: БРИИ, 2003.- 68с.

Иванов Б.К. (АНО ЦСЛ «ЛЕССЕРТИКА», г. Балабаново, РФ)
lessert@balabanovo.ru, raschot-dp@newmail.ru

**СПЕЦИФИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ДРЕВЕСНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ГАЗОВОГО
АНАЛИЗА НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ГОСТ Р EN 717-2
SPECIFICITY OF CARRYING OUT WOOD COMPOSITE MATERIALS
TESTS BY METHOD OF THE GAS ANALYSIS AT THE RUSSIAN
ENTERPRISES. THE PROJECT OF GOST Р EN 717-2**

Метод газового анализа [1], используется в европейских странах для контроля экологической чистоты древесных композиционных материалов по выделению формальдегида, и может быть применён к широкому классу древесных материалов, в том числе облицованных плёнками на основе термореактивных полимеров и прочими материалами. Ранее нами уже были описаны перспективы использования этого метода для целей технического регулирования и сертификации продукции [2, 3]. В нашей стране на сегодняшний день этот метод обязателен при испытаниях фанеры [4] и облицованных древесностружечных плит [5].

Схема устройства для проведения испытаний методом газового анализа приведена на рисунке 1. Согласно этому методу испытанию подвергается образец древесного материала размером 400 мм × 50 мм, с герметизированными торцевыми гранями. Образец помещается в камеру объёмом 4 дм³, в которую подается поток воздуха с расходом 60 дм³/ч. Перед подачей в прибор поток воздуха сначала очищается в склянке с дистиллированной водой, а затем осушается силикагелем до значения относительной влажности в камере не более 3 %. Камера снабжена водяной рубашкой, соединённой с термостатом, поддерживающим постоянную температуру в камере 60 °С.

Проходя через камеру с образцом испытываемого материала и захватив выделившийся из него формальдегид, воздух далее проходит через поглотительные промывные склянки или приборы, наполненные водой или ацетилацетоновым реактивом, в котором затем определяется содержание формальдегида, скопившееся за 1 час.. Величина выделения выражается в мг формальдегида выделившегося с 1 м² поверхности образца за 1 час в этих условиях. Среднее из трёх или четырёх этих величин принимается за результат анализа. При проведении испытания загрузка образца проводится в полностью прогретую (подготовленную) камеру. Однако при загрузке массивных образцов температура воздуха в камере в начальный период заметно снижается. С целью компенсации влияния массы образца нами была опробована дополнительная стадия длительностью 30 мин для прогрева образца в камере. Эта стадия, как показал опыт, не является существенной, особенно для тонких образцов, значительного влияния на результаты испытания она не оказывает и в настоящее время нами не используется и не рекомендуется.

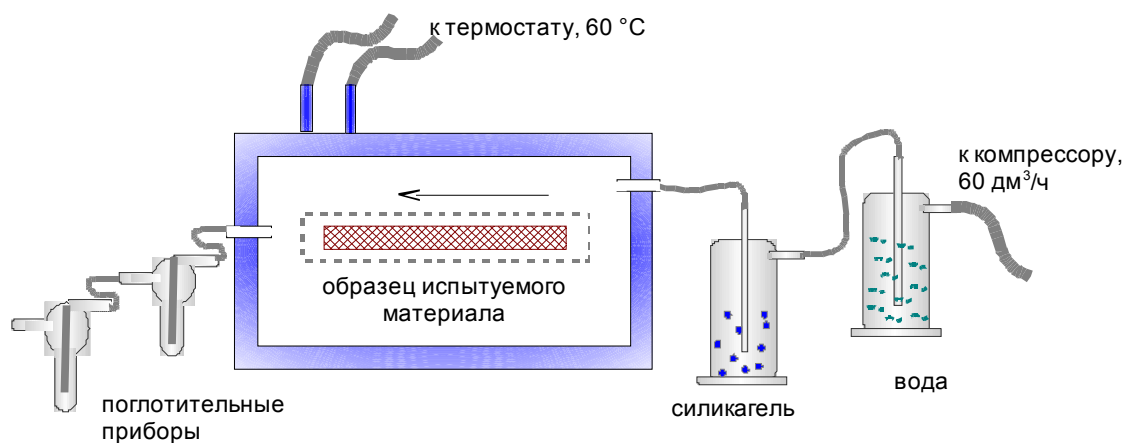


Рисунок 1 — Схема устройства для проведения испытаний методом газового анализа

Более чем на 30 российских предприятиях для проведения испытаний используется отечественный прибор газового анализа марки ПГА 4017-002 производства ООО «ПромСервисКонсалт» (представлен на рис. 2).

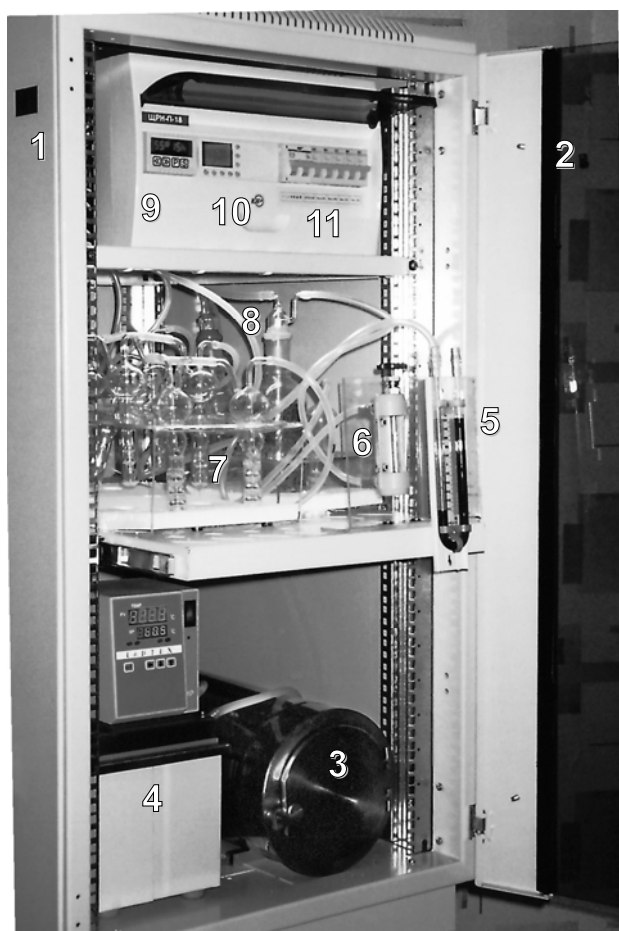
Такой прибор спроектирован и выполнен в полном соответствии с условиями стандарта [1], в котором оговорены требования к деталям и конструкции прибора в целом. Каждый экземпляр аппарата проходит аттестацию в региональном Центре стандартизации, метрологии и сертификации, а также снабжается технической и методической документацией и программным обеспечением. Предприятия отрасли, которые приобрели отечественный прибор газового анализа, провели обучение своих специалистов работе на нём. Большинство из них — предприятия по производству экспортной фанеры:

- ООО «Увафандрев»,
 - ЗАО «Плайтерра»,
 - ООО «Сыктывкарский ФЗ»,
 - ЗАО «Жешартский ФК»,
 - ОАО «Зеленодольский ФЗ»,
 - ОАО «Парфинский ФК»,
 - ООО «Гагаринский ФЗ»,
 - ООО «Вятский ФК» и другие,
- а также плитные предприятия:
- ООО «Кроношпан»,
 - ООО «Монзадревплит»,
 - ОАО «Волгодонский КДП»,
 - ОАО «Дятьково-ДОЗ»,
 - ЗАО «Череповецкий ФМК»,
 - ООО «ЭГГЕР ДРЕВПРОДУКТ»,
 - ООО «Увадрев-Ламинат» и другие.

Изложенная в стандарте [1] химическая аналитическая методика была модифицирована нами с целью применения метода газового анализа в условиях отечественного рынка древесных плит, фанеры и других материалов. Модификация явилась дальнейшим развитием метода в связи с повышением экологических требований к древесным композиционным материалам и с учётом специфических условий и требований в Рос-

сийской Федерации. Выполняемые по модифицированной методике измерения ориентированы в первую очередь на экологически чистые продукты с низким выделением формальдегида.

Повышение чувствительности методики (снижение нижнего предела измерения) проведено за счёт применения в 10 раз меньших объёмов поглотительного раствора, в качестве которого выступает раствор ацетилацетона в среде уксуснокислого аммония (ацетилацетоновый реактив) в стеклянных поглотительных приборах. Такие приборы используются на многих отечественных предприятиях для замеров концентраций загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны. Этот приём позволяет проводить измерения выделения формальдегида на уровне $0,01 \text{ мг/м}^2$ в час. Оптическая плотность (экстинкция) фотоколориметрических проб в кюветах с шириной рабочего слоя 20 мм при этом составляет ориентировочно 0,01 ед., что уверенно фиксируется спектрофотометрами, выпускаемыми отечественной приборостроительной промышленностью.



1. Корпус прибора
2. Полупрозрачная дверца
3. Герметичная камера
4. Термостат $60 \text{ }^\circ\text{C}$
5. Мановакууметр
6. Ротаметр с вентилем
7. 4 пары поглотителей
8. Ёмкости очистки и осушения воздуха
9. Прибор контроля температуры
10. Автомат переключения пар поглотителей
11. Блок выключателей

Рисунок 2 – Прибор газового анализа марки ПГА 4017-002
(ООО «ПромСервисКонсалт», Россия)

Соответственно, при использовании кювет с шириной рабочего слоя 50 мм [1] нижний предел измерений может быть снижен ещё в 2,5 раза. Для проведения испытаний продукции с высоким выделением формальдегида в методике предусмотрена возможность разбавления фотоколориметрических проб с последующим учётом степени разбавления. Однако не рекомендуется проводить испытания по модифицированной

методике продукции с выделением формальдегида выше $3,5 \text{ мг/м}^2$ в час из-за опасности выпадения осадка в фотоколориметрических пробах.

Кроме изменения составов и объёмов поглотительных растворов нами в работе [6] предложено построение криволинейного калибровочного графика. Использование такого графика, наиболее эффективно при проведении испытаний камерным методом [7, 8], однако полезно и в обсуждаемых испытаниях для учёта нелинейных характеристик чувствительности спектрофотометров, особенно моделей отечественных производителей.

При предложенном нами в работе [6] способе построения калибровочного графика используется 3 серии замеров по 3 замера в каждой серии плюс начало координат в качестве экспериментальной точки, т. е. $3 \times 3 + 1 = 10$ точек. Трёхкратное повторение замеров в каждой серии позволяет снизить влияние систематической ошибки, что особенно важно при автоматическом программном расчёте калибровочных коэффициентов. Для аппроксимации кривой линии калибровочного графика нами предложено использовать кривую 2-го порядка (параболу), проходящую через начало координат. Использование такого приближения позволило нам на отечественном спектрофотометре марки КФК-3 получить разность расчётных и экспериментальных величин содержания формальдегида менее 1,5 % в диапазоне измерений от 0,001 до 0,8 ед. оптической плотности. Использование линейных калибровочных коэффициентов также дает удовлетворительный результат в большинстве случаев проведения испытаний с использованием модифицированной методики.

Для проведения расчётов выделения формальдегида по указанной методике нами используется значение содержания формальдегида, получаемое применением соответствующих квадратичных и линейных коэффициентов к оптической плотности. Затем полученное значение содержания формальдегида умножается на величину, учитывающую остальные параметры испытаний и численно равную

$$25 / 11 / 0,04 / 1000 = 0,0568,$$

где: 25 — объём рабочей фотоколориметрической пробы, см^3 ,
 11 — объём калибровочной фотоколориметрической пробы, см^3 ,
 0,04 — площадь поверхности образца, выделяющей формальдегид, м^2 ,
 1000 — пересчётный коэффициент, мкг в мг .

Если рабочая фотоколориметрическая проба перед измерением её оптической плотности была разбавлена, то полученный результат следует умножить на степень разбавления.

Для проведения расчётов нами была разработана программа, представляющая собой расчётную таблицу [9]. Программа предусматривает построение линейного и криволинейного вариантов калибровочного графика (калибровочных коэффициентов), проведение расчётов, печать протокола и хранение результатов вычислений. Программа позволяет параллельно проводить вычисления результатов испытаний другими методами (перфораторным, камерным и др.) с использованием одного и того же калибровочного графика. В дальнейшем предполагается выпуск последующих версий этой программы, в том числе для вычислений по оригинальной методике, предусмотренной в настоящее время в европейском стандарте [1].

С целью уточнения различий в результатах испытаний по двум вариантам методики нами были проведены параллельные испытания 6-ти образцов фанеры, гнупток-

ленных изделий и облицованных древесностружечных плит и фанеры отечественных производителей.

Результаты проведённых измерений показаны ниже на диаграмме, на рисунке 3.

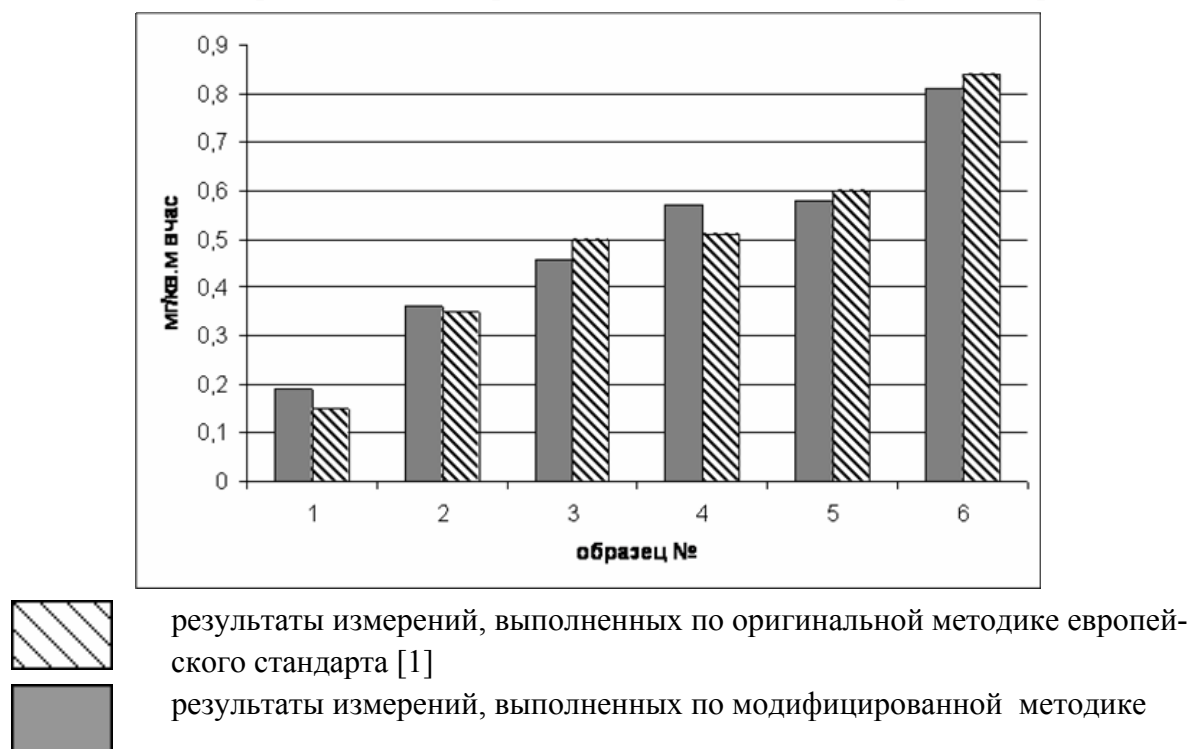


Рисунок 3 – Диаграмма результатов параллельных измерений

Как видно из приведённой диаграммы результаты параллельных измерений, проведённых по модифицированной методике и оригинальной методике в европейском стандарте [1], коррелируют настолько плотно, что возможно говорить об их совпадении. Коэффициент корреляции представленных результатов составляет $r = 0,988$.

Таким образом, в результате проведённой модификации методики стандарта [1] в употреблении оказались два варианта методики, приводящие к одному результату, но имеющие несколько различные пределы измерений. Оба варианта включены в разработанный проект национального стандарта ГОСТ Р EN 717-2 «Плиты древесные и фанера. Определение выделения формальдегида методом газового анализа». В разработанном проекте учтён опыт проведения подобных испытаний как в АНО ЦСЛ «ЛЕССЕРТИКА» (более 3х лет) так и других предприятий. От предприятий и организаций отрасли получены отзывы и замечания, которые будут учтены при дальнейшей проработке проекта национального стандарта.

Модифицированная методика, приведённая в указанном проекте, может быть применена для испытаний древесных плит и фанеры с низким выделением формальдегида, а также для иных древесных композиционных материалов (клеёный строительный брус, паркетный щит и пр.) и облицовочных материалов (плёнок на основе термоактивных полимеров и пр.), используемых при изготовлении облицованных древесных плит и фанеры. Расширение области использования метода газового анализа наиболее актуально для производителей и поставщиков продукции, требования к которой определяются специально крупным потребителем, таким как, например, ф. ИКЕА (Швеция). [10].

В перспективе метод газового анализа может быть широко использован для целей сертификации продукции и для исследовательских целей [2, 3, 11].

ВЫВОДЫ

1. Разработана модифицированная методика определения выделения формальдегида из древесных плит и фанеры методом газового анализа согласно EN 717-2. Методика может быть также применена для иных древесных композиционных материалов и облицовочных материалов (плёнок на основе термореактивных полимеров и пр.), используемых при изготовлении облицованных древесных плит.

2. Дополнения, сделанные в региональный стандарт EN 7172, являются его дальнейшим развитием в связи с повышением экологических требований к древесным композиционным материалам и с учётом специфических национальных условий и требований в Российской Федерации. С учётом этих дополнений был разработан и представлен на публичное обсуждение проект национального стандарта ГОСТ Р EN 717-2 «Плиты древесные и фанера. Определение выделения формальдегида методом газового анализа».

3. Выполняемые с использованием разработанных дополнений измерения ориентированны в первую очередь на экологически чистые продукты с низким выделением формальдегида. Результаты проводимых измерений по модифицированной методике хорошо коррелируют (совпадают) с параллельными измерениями, проведёнными по оригинальной методике в указанном европейском стандарте,

4. Более 30 предприятий отрасли внедрили метод газового анализа на своём производстве с использованием отечественного прибора, выпускаемого ООО «Пром-СервисКонсалт».

5. Дальнейшее внедрение настоящего метода по разработанному проекту национального стандарта ГОСТ Р EN 717-2 позволит отечественным предприятиям контролировать экологические показатели своей продукции в соответствии с отечественными и международными требованиями и в результате повысить её конкурентоспособность.

Автор выражает благодарность действительному члену Академии проблем качества, к.т.н., директору АНО ЦСЛ «ЛЕССЕРТИКА» Бардонову Василию Андреевичу и профессору кафедры ТППМ УГЛТУ, д.т.н. Виктору Владимировичу Глухих за помощь в работе и при подготовке данной публикации.

Библиографический список

1. EN 717-2:1994. Плиты древесные. Определение выделения формальдегида. Часть 2. Определение выделения формальдегида методом с применением газового анализа.

2. В.А. Бардонов, Б.К. Иванов. Перспективы использования газоаналитического метода в сфере технического регулирования. Материалы. 10-й междунар. научно-практической конференции «Древесные плиты: теория и практика» 21 – 22 марта 2007 г., СПбЛТА, г. С-Петербург, 2007 г., стр. 110.

3. В.А. Бардонов, В.В. Глухих, Б.К. Иванов. К вопросу использования метода газового анализа для сертификационных испытаний и производственного контроля экологического качества древесных плит. Материалы. 12-й междунар. научно-практической конференции «Древесные плиты: теория и практика» 18 – 19 марта 2009 г., СПбЛТА, г. С-Петербург, 2009 г., стр. 138.

4. ГОСТ 3916.1-89. с изм. 1. Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород.
5. ГОСТ Р 52078-2003 с изм. 1. Плиты древесностружечные, облицованные пленками на основе термостойких полимеров. Технические условия.
6. В.А. Бардонов, Б.К. Иванов. Особенности испытаний древесных материалов с малым выделением формальдегида камерным методом. Дизайн и производство мебели № 3 (16) 2007 г, с.42
7. EN 717-1:2004 «Wood-based panels - Determination of formaldehyde release - Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method».
8. ГОСТ 30255-95. Мебель, древесные и полимерные материалы. Метод определения выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ в климатических камерах.
9. Б.К. Иванов. Разработка и использование лицензионных программных продуктов с открытым кодом для проведения расчётов в производстве синтетических смол и при испытаниях древесных материалов на их основе. Материалы научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития производства древесных плит» 19 – 20 марта 2008 г., ЗАО «ВНИИДРЕВ» г. Балабаново, 2008, с . 74
10. IOS-MAT-003-08. IKEA specification of formaldehyde requirements of wood-based materials and products. IKEA of Sweden AB. 2008-10-14. Version no AA-10899-8.
11. В.А. Бардонов, Б.К. Иванов. Опыт оценки токсичности древесных материалов газоаналитическим и камерным методами. Материалы конференции «Состояние и перспективы развития производства древесных плит» 19 – 20 марта 2008 г., ЗАО «ВНИИДРЕВ» г. Балабаново, 2008, с. 48.

Ковалев Р.Н., Хорошилов Е.В. (УГЛТУ, Екатеринбург, РФ) rkv@usfeu.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИЙ SOA В ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ЛЕСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ USE OF SOA CONCEPTION IN OPTIMIZATION OF TRANSPORT SYSTEMS OF THE FORESTERS ENTERPRISES

В условиях перехода лесной отрасли на многоцелевое непрерывное лесопользование, когда основные объекты труда становятся рассредоточенными на больших площадях и во времени, достаточно густая сеть лесных дорог соответствующего технического уровня является основным элементом, объединяющим все звенья в единое эффективно функционирующее производство. Нормальная работа предприятия становится возможной только при наличии специальной транспортной системы лесного предприятия (ТСЛП), включающей сеть дорог различных типов (первичные и основные технологические пути, магистрали) и обеспечивающей освоение всей производственной площади. Формирование такой дорожной сети является ресурсоемким и капиталоемким процессом, требующим привлечения значительных временных и материальных затрат. В связи с этим проект строительства ТЛСП должен удовлетворять критериям оптимальности и рациональности.

Для осуществления проектных мероприятий необходимо использование методик планирования и оптимизации транспортных систем с учетом технических, производственно-экономических, а также экологических особенностей деятельности лесных предприятий. Существующие в настоящее время модели требуют проведения больших объемов вычислительных операций, которые можно осуществить, используя современный уровень развития информационных технологий в части вычислительных мощностей современных аппаратных платформ, а также подходов к проектированию в виде систем компьютерной поддержки принятия решений. Именно компьютерная система поддержки принятия решений (КППР) должна стать инструментом, необходимым для проектирования развития ТСЛП на принципах оптимальности и рациональности. Попытка реализации подобной системы стала результатом проведенных исследований в работе Р.Н. Ковалева и С.В. Гурова в 1996 году [1]. Разработанный в то время программный продукт «Диалоговая интегрированная система планирования ТСЛП» в настоящее время не полностью удовлетворяет потребностям проектирования в виду устаревшего интерфейса и других недостатков.

Современное развитие информационных технологий позволяет сделать новый шаг в направлении производительности, доступности, а также платформенезависимости подобных разработок. Современная архитектура системы поддержки принятия решений представляет собой взаимодействие следующих основных блоков [2]:

- база знаний;
- основной программный модуль (модель);
- база данных.

Такая структура приложения позволяет использовать для разработки системы концепции «сервис-ориентированной архитектуры» (Service Oriented Architecture - SOA) [3]. Основная идея SOA состоит в том, чтобы инкапсулировать функциональности крупномодульных приложений в службах, взаимодействующих между собой с помощью стандартных интерфейсов, позволяющих им прозрачно работать на поле разнообразных платформ и между границами организаций, что открывает возможность создания динамичных виртуальных организаций. Можно определить архитектуру SOA как слабосвязанную архитектуру с набором компонент, достаточно "гранулированных" для использования клиентами. Доступ к компонентам осуществляется через информационную сеть в соответствии с политикой, точно определенной этими компонентами. Хотя большинство определений SOA предписывают при ее реализации использование именно Web-служб, тем не менее, SOA можно реализовать, используя любую основанную на службах технологию.

В концепции SOA логические блоки системы поддержки принятия решений можно выделить в независимые самодостаточные сервисы. Так база знаний, выделится в сервис, который на основании прав доступа, будет предоставлять необходимую для использования системой принятия решений информацию. Организация базы знаний позволит выделить независимое унифицированное место хранения и представления специализированной справочной информации. Специализированный НИИ, либо проектная организация, может выступать гарантом и экспертом в предоставляемых данных для общего и закрытого использования. При дальнейшей научно-исследовательской деятельности специализированного учреждения, существующая информация в базе

знаний может быть обновлена либо дополнена в результате новейших исследований и расчетов.

Сервис баз данных позволит унифицировать разрозненную географически и технологически геоинформацию, характеризующую среду деятельности лесного предприятия. Основному модулю отводится роль реализации бизнес-логики приложения, направленной на взаимодействие основных блоков системы поддержки принятия решений и получения необходимых результатов.

В последнее десятилетие произошли значительные изменения в способах восприятия и использования вычислительных ресурсов и услуг. Если раньше было нормально удовлетворять вычислительные потребности через локальные вычислительные платформы и инфраструктуры ограниченного характера, т.е. персональные компьютеры и локальные сети, то сегодня ситуация меняется. Это связано, среди прочих факторов, с увеличением количества пользователей компьютеров и сетевых компонентов, появлением более быстрых и развитых аппаратных средств и все более сложного программного обеспечения. Следствием таких изменений стала возможность эффективно использования широко распределенных ресурсов в широком диапазоне областей применения, в том числе и научных исследованиях. Все более мощные и гибкие вычислительные технологии порождают новые возможности современной науки в моделировании, анализе данных и формах научного сотрудничества. Ярким примером таких технологий может являться SOA и ее использование в системе поддержки принятия решений при проектировании транспортных систем лесных предприятий.

Библиографический список

1. Ковалев Р.Н. Планирование транспортных систем лесных предприятий в условиях многоцелевого лесопользования [Текст] / Р.Н. Ковалев, С.В. Гуров. – Екатеринбург, Уральская госуд. лесотехнич. академия, 1997. – 250с.
2. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка решений [Текст] / Э.А Трахтенгерц. - М.: СИНТЕГ, 1998. – 241с.
3. <http://www.oasis-open.org/committees/download.php/19679/soa-rm-cs.pdf>
4. Сервис-ориентированная архитектура <http://www.iso.ru/journal/articles/374.html>

Мазалов Ю.А. (ГНУ ГОСНИТИ, г. Москва, РФ) laboratory5@list.ru,
Морозов В.А. (ООО «АвтЭн-Урал», г. Екатеринбург, РФ) vmfs@bk.ru,
Юрьев Ю.Л. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) bluestones@mail.ru

МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОНОМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ THE MOBILE COMPLEX FOR AUTONOMOUS PROVIDING DIESEL FUEL

Идея получения дизельного топлива из углеродсодержащих веществ не нова: перед второй мировой войной Германия имела промышленную технологию получения моторных топлив из угля (технология Фишера-Тропша). Позже угольная технология

Фишера-Тропша была вытеснена на периферию крупнотоннажной газохимией, основанной на природном газе. Сегодня, благодаря ориентации хозяйствующих субъектов на децентрализованное энергоснабжение и местные сырьевые ресурсы, эта технология получает новое развитие.

Предлагается технология, ориентированная на российскую сырьевую базу – древесную биомассу и торф. При этом древесная биомасса имеет малую плотность и небольшие запасы на конкретной территории. Эти свойства делают целесообразным предложение транспортабельной технологии, которая позволяла бы перерабатывать отходы в местах их накопления и вывозить к потребителю не отходы, а продукт их переработки, имеющий более высокую добавленную стоимость.

Технология включает газификацию сырья, получение генераторного, затем – синтез - газа, каталитическое преобразование синтез - газа, получение смеси углеводородов и выделение из смеси полезных продуктов (в т.ч. – дизельного топлива). Дизельное топливо (ГОСТ 305-82) не содержит серы и её соединений, по этому параметру оно лучше требований ГОСТа и соответствует европейским нормам. Технология позволяет менять цетановое число и вязкость топлива.

Технология устанавливается в малотоннажном стационарном или передвижном комплексе. В передвижном варианте технологическое оборудование размещается в нескольких 20-футовых контейнерах. Производительность комплекса по сырью составляет примерно 1 т/час, по дизельному топливу – 120 кг/час (1 тыс. т/год). Кроме дизельного топлива производится бензиновый растворитель (90 кг/час), пищевой парафин (50 кг/час) и вода (350 кг/час). Теплом и электроэнергией комплекс обеспечивает себя сам, благодаря избыточному теплосодержанию рабочих тел технологического процесса. В общем случае, потребителю будут предлагаться четыре энергоносителя в требуемых сочетаниях: вода, тепло, электричество и дизельное топливо. Комплекс допускает неоднократную остановку и запуск, соответствует 8-тысячному нормативу непрерывной работы в течение года.

Основные узлы комплекса – газификатор и каталитический блок – отработаны в условиях стендов или опытных производств. Это позволяет считать, что технических рисков с организацией мелкосерийного производства комплексов нет.

Побочные продукты технологии – газы C_1 - C_4 сжигаются с получением технологического тепла. Реакционная вода со следами углеводородов, образующаяся после синтеза Фишера-Тропша, и бытовые отходы персонала, обслуживающего комплекс, утилизируются с использованием технологии окисления в сверхкритической воде – наиболее быстрой и «зеленой» технологии, доступной сегодня для утилизации органических отходов.

Оценки себестоимости получения дизельного топлива, например, из торфа, сделанные для реальных условий производства с мощностью по топливу 2 тыс. т/год (для условий Свердловской области), показали значение себестоимости 4,4 руб./литр. Это значительно ниже конкурентного значения для стандартного дизтоплива и не зависит от конъюнктуры рынка нефти. Тип катализатора и принятые схемные решения для малотоннажной технологии позволили получить существенное преимущество в себестоимости и по сравнению с аналогом – биодизелем второго поколения Choren Industries GmbH (26,1 руб./литр для экономической ситуации марта 2009 г.).

К числу нерешенных сегодня вопросов относится выбор инвестора для реализации проекта с производством и продажами комплексов.

Новоселов В.Г., Полякова Т.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

nauka-les@yandex.ru

**О ВЛИЯНИИ ПРИПУСКА НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ
ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ**
*ABOUT INFLUENCE OF A THICKNESS ON ACCURACY OF
LONGITUDINAL WOOD PLANING*

Точность является одним из основных показателей качества изготавливаемой продукции с точки зрения надежности технологической системы по ГОСТ 27.202-83 [1]. При обработке древесины резанием она определяется фактическим положением плоскости резания.

Физическая модель, описывающая потерю точности в деревообработке по мере износа инструмента, приведена в работе [2].

В работе [3] высказано предположение, что с увеличением продолжительности работы станка точность размера детали повышается, и она зависит от припуска на обработку детали.

Для проверки высказанных гипотез на базе предприятия ООО «НИК» в г. Сысерть были проведены исследования по определению изменения размеров обработанных деталей в зависимости от различных факторов. Исследования проводились на 4-х стороннем продольно – фрезерном станке Martin, со скоростью подачи $U=12$ м/мин, частота вращения ножевых головок $n = 6000 \text{ мин}^{-1}$. Обрабатывали пиломатериал с влажностью $W=12\%$, порода сосна, ширина $B=157$ мм; толщина $H=55$ мм; длина $L=3$ м. К началу исследований ножи на фрезах проработали на станке 2 недели, лезвие фрез было относительно затуплено. Во время исследований станок не поднастраивался.

Исследования проводили по методике, изложенной в [4]. Станок настраивали на изготовление деталей номинальной толщиной 48 мм, шириной 150 мм.

Определение точности обработки производилось в соответствии с ГОСТ 7315-92 [5]. Через определенные интервалы времени работы станка отбирали по 3 образца, каждый образец измеряли до фрезерования и после фрезерования по ширине и толщине в трех сечениях: посередине и на расстоянии 50 мм от торцов. Измерения делались с помощью электронного штангенциркуля с ценой деления 0,01 мм [6]. Результаты измерений заносили в таблицу 1.

Данные измерений были статистически обработаны: для каждой j -той выборки определяли среднее значение каждого размера по формуле

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji}}{n},$$

где x_{ji} - полученные в мгновенной выборке размеры изделий;

n_j - количество измерений в данной выборке;

j - номер выборки.

Таблица 1 – Результаты измерения деталей до и после обработки

Время, мин	Номер измерения								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Толщина изделий до фрезерования, мм									
0	54,62	55,01	55,72	56,58	57,78	56,24	68,23	66,5	64,58
75	54,39	51,24	51,93	53,38	52,22	53,12	63,21	63,82	60,55
115	57,85	61,62	61,13	56,49	57,74	56,58	62,64	60,39	60,42
145	49,97	52,42	55,36	53,7	54,11	54,12	48,80	49,79	49,90
180	53,11	51,41	52,79	57,96	55,76	57,24	50,12	50,45	50,32
210	55,28	53,62	53,88	54,49	53,05	56,41	51,63	50,96	53,20
Толщина изделий после фрезерования, мм									
0	48,54	48,06	47,96	47,78	48,12	48,19	48,28	48,01	48,31
75	47,81	47,87	47,68	48,08	48,07	48,04	47,88	48,37	47,96
115	47,75	48,03	48,26	47,91	48,1	47,69	48,86	48,28	47,85
145	47,54	48,13	47,87	47,85	47,99	47,96	48,01	48,32	47,84
180	48,41	48,12	47,81	48,14	48,09	47,72	48,42	48,05	47,54
210	47,99	48,35	47,88	48,12	48,18	47,54	48,05	48,02	47,88
Ширина изделий до фрезерования, мм									
0	158,6	156,5	158,04	157,2	156,49	157,53	157,53	156,46	159,26
75	156,93	156,7	156,5	157,16	156,62	156,37	152,49	157,37	157,03
115	157,08	156,3	156,54	156,63	156,56	156,14	155,74	156,31	155,79
145	157,74	156,9	156,06	156,26	156,35	155,04	151,12	151,79	152,4
180	155,82	155,9	154,86	154,54	155,7	154,73	155,09	155,43	155,05
210	155,18	155,3	155,46	154,47	155,25	154,79	154,97	155,37	154,78
Ширина изделий после фрезерования, мм									
0	149,89	150,6	150,62	150,55	150,49	151,93	150,43	150,85	150,28
75	150,6	150,2	150,72	150,27	150,72	150,54	150,04	150,53	150,43
115	150,31	150,5	150,87	148,37	150,44	150,24	150,40	150,37	150,45
145	150,24	150,3	150,14	150,23	150,35	150,4	150,51	149,69	150,26
180	150,19	150,2	150,55	149,30	150,09	150,17	149,51	150,33	150,64
210	149,69	150,6	150,96	149,10	150,6	150,77	150,68	150,51	150,42

Определялось среднее квадратическое отклонение размеров в каждой выборке

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}{n_j - 1}},$$

а также поле рассеяния размера в каждой выборке

$$\omega_j = 6 S_j.$$

Результаты представлены в таблице 2.

Изменение размера изделий в процессе обработки показано на рис. 1 графиками, построенными в пакете Excel, путем нанесения на точечную диаграмму линий тренда и указанием уравнения линейной зависимости с величиной достоверности аппроксимации R^2 .

Таблица 2

Время, мин	Толщина до обработки, мм			Толщина после обработки, мм			Припуск, мм
	x_j	S_j	ω_j	x_j	S_j	ω_j	
0	59,473	5,378	32,27	48,139	0,223	1,336	5,667
75	55,984	5,063	30,38	47,973	0,198	1,190	4,006
115	59,429	2,292	13,75	48,081	0,358	2,149	5,674
145	52,019	2,423	14,54	47,946	0,215	1,292	2,037
180	53,240	3,046	18,28	48,033	0,297	1,781	2,603
210	53,613	1,692	10,15	48,001	0,227	1,363	2,806
Время, мин	Ширина до обработки, мм			Ширина после обработки, мм			Припуск, мм
	x_j	S_j	ω_j	x_j	S_j	ω_j	
0	157,511	0,988	5,929	150,631	0,556	3,337	3,44
75	156,357	1,485	8,910	150,454	0,231	1,387	2,951
115	156,341	0,422	2,534	150,221	0,717	4,302	3,06
145	154,848	2,435	14,61	150,238	0,232	1,391	2,305
180	155,230	0,488	2,930	150,109	0,441	2,647	2,561
210	155,068	0,334	2,003	150,370	0,592	3,554	2,349

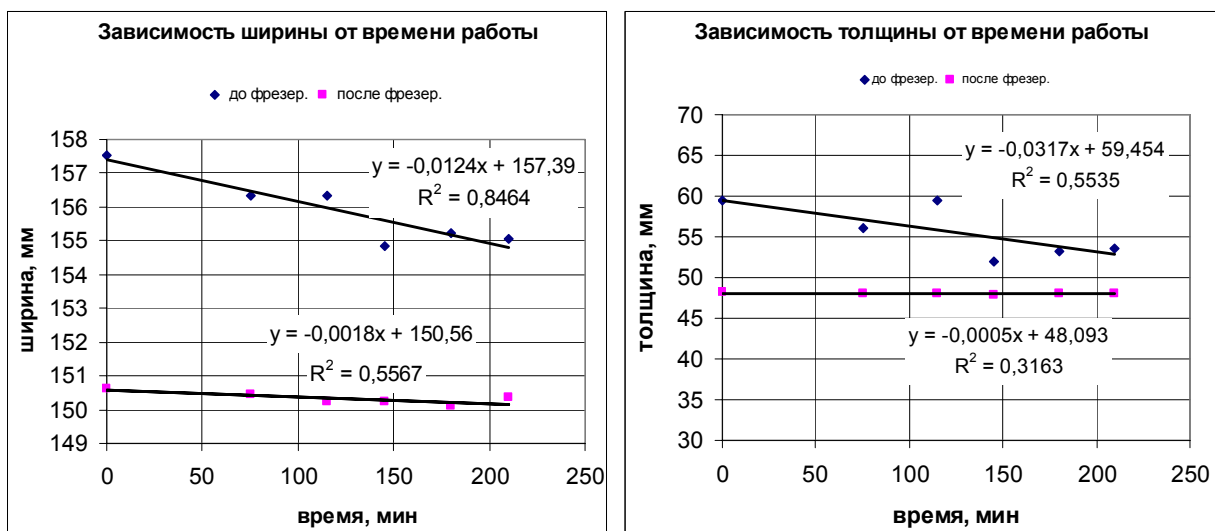


Рисунок 1

Зависимость полученного после фрезерования размера от времени работы выражена очень слабо: коэффициенты регрессии не превышают тысячных долей, причем они тем меньше, чем меньше номинальный размер. Тем не менее, в обоих случаях прослеживается тенденция к уменьшению размера, что, на первый взгляд, противоречит теоретическим предпосылкам [2]. Однако анализ размеров заготовок показал, что они были нестабильны и менялись в пределах до 3 мм по ширине и до 7 мм по толщине. Зависимости размеров после фрезерования от размера заготовки по ширине и толщине показаны на рисунке 2.

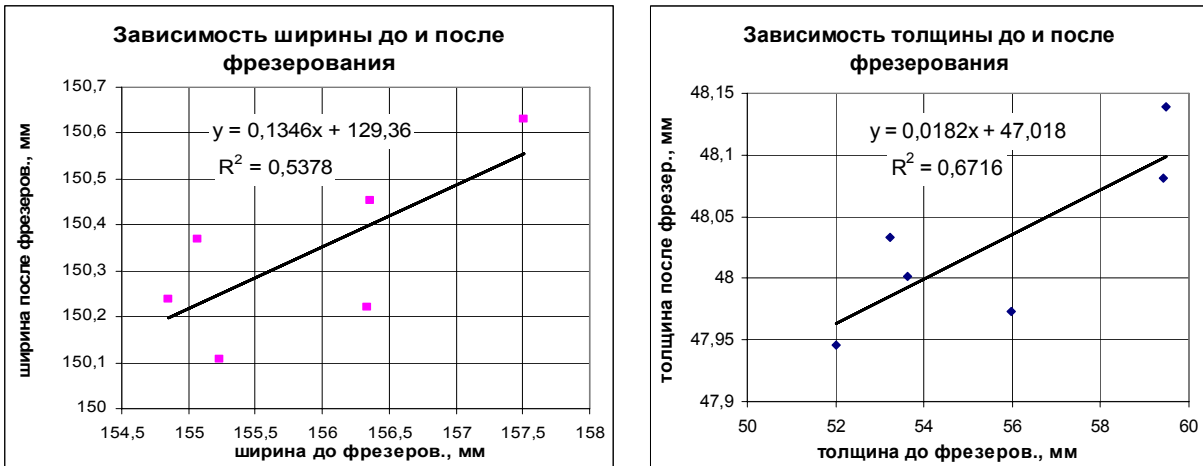


Рисунок 2

Как видно, прослеживается явная зависимость размера, полученного после фрезерования, от размера исходной заготовки, причем, чем больше абсолютный размер заготовки, тем больше коэффициент регрессии на размер после фрезерования.

Зависимость размера после обработки от величины припуска, снимаемого при фрезеровании, показана графиками на рисунке 3.

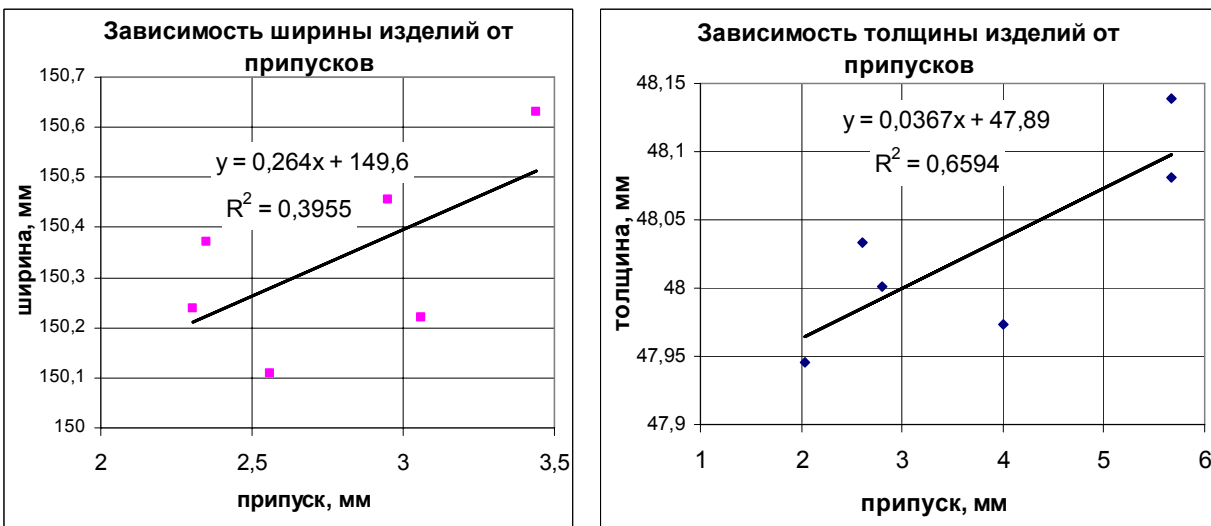


Рисунок 3

Из графиков следует, что размер детали, получаемый после фрезерования, явно зависит от величины снимаемого припуска, причем эта зависимость более тесная на больших номинальных размерах детали (в данном случае – по ширине).

Выявленные зависимости могут быть объяснены следующим образом:

1. С увеличением припуска (толщины стружки) увеличивается сила резания. Ее нормальная составляющая, воздействуя на заготовку, приводит к большей величине упругой деформации как самой заготовки, так и системы «СПИД». В результате увеличивается величина упругого восстановления и, соответственно, размер изделия, получаемый после обработки.

2. С увеличением абсолютного размера (ширина, толщина) абсолютная величина упругой деформации сжатия заготовки под действием нормальной составляющей силы резания также увеличивается.

Точность обработки оценивается не только получаемым в каждой реализации абсолютным размером, но и полем рассеяния размера в каждой мгновенной выборке. Изменение поля рассеяния размеров по ширине и по толщине изделий с течением времени работы станка показано графиками на рисунке 4.

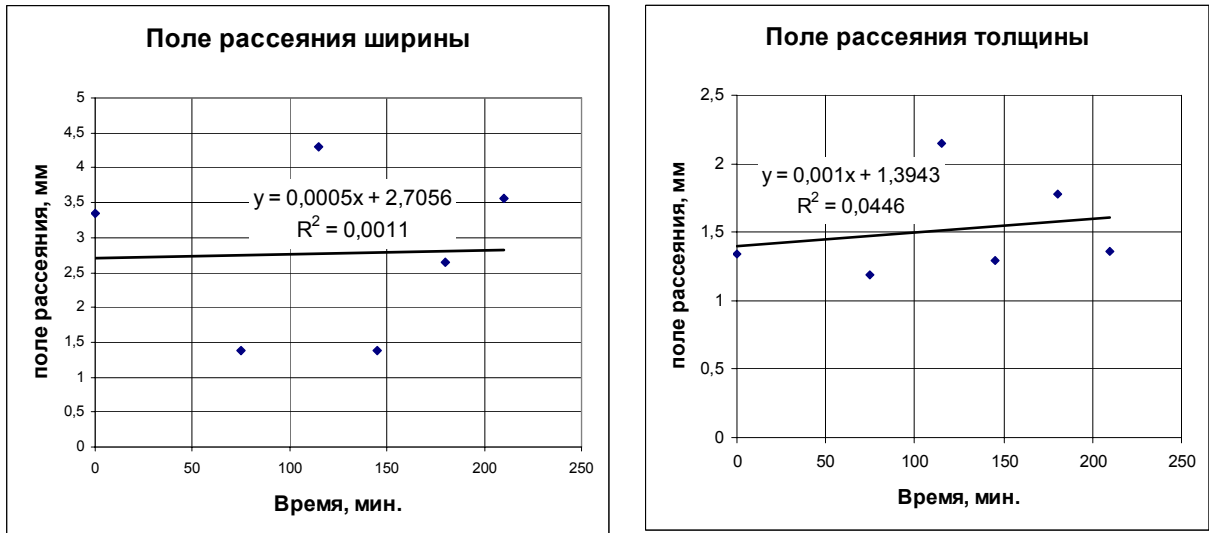


Рисунок 4

Как видно, зависимость величины поля рассеяния от времени работы станка выражена очень слабо, коэффициенты регрессии не превышают 1/1000. Однако в отличие от данных, приведенных в работе [3], эти коэффициенты положительны, то есть с течением времени работы поле рассеяния размеров растет, а стабильность обработки ухудшается.

Изменение поля рассеяния размеров в зависимости от величины припуска показано графиками на рисунке 5.

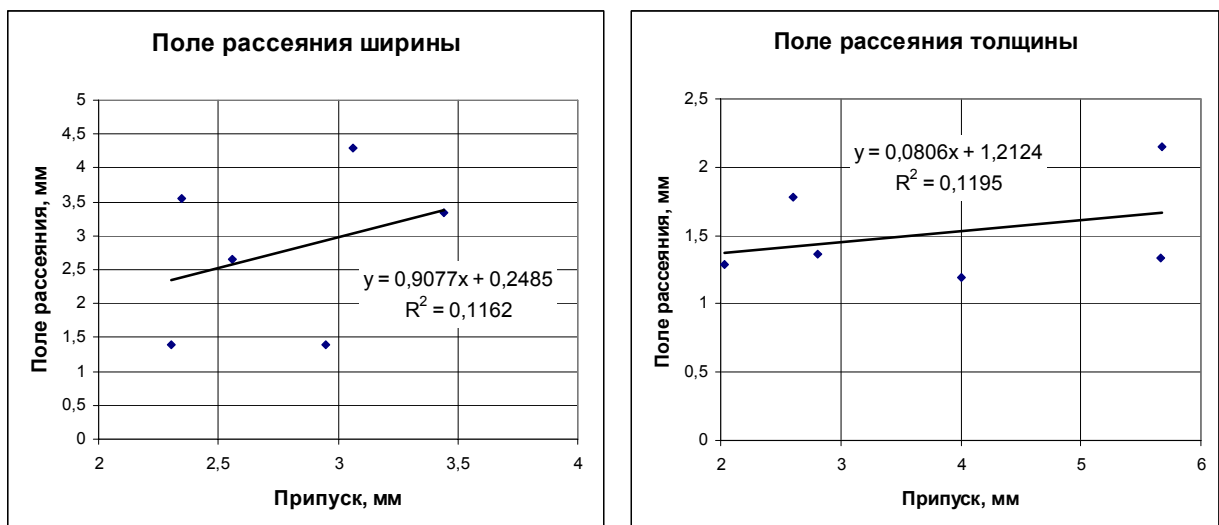


Рисунок 5

Как видно, с увеличением припуска поля рассеяния размеров обработанных деталей имеют выраженную тенденцию к увеличению, то есть точность и стабильность обработки ухудшаются. Это соответствует предположению, высказанному в работе [3]. Объяснить это можно как увеличением упругого восстановления, не стабильного вследствие нестабильности упругих свойств древесины, так и увеличением вибрационных деформаций в связи с увеличением сил резания.

ВЫВОДЫ.

1. Точность обработки при продольном фрезеровании древесины существенно зависит от величины припуска, снимаемого при обработке: при увеличении припуска возрастает как окончательный размер после обработки, так и поле рассеяния получаемого размера.

2. Величина изменения размера и поля его рассеяния увеличивается с увеличением номинального размера обрабатываемого изделия.

Библиографический список

1. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. [Текст]. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.

2. Новоселов В.Г. Физический метод расчета надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст] / В.Г.Новоселов, И.Т.Глебов // Надежность и качество: материалы международного симпозиума, Пенза, 25-31 мая 2006 г./ Пензенский гос.техн.ун-т. – Пенза, 2006. - С. 276-278.

3. Мокроносова М.Ю. Определение технологической стабильности станка [Текст]/ М.Ю.Мокроносова, И.Т.Глебов// Научное творчество молодежи –лесному комплексу России. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов/ Урал. гос. лесотехн. ун-т. г.Екатеринбург: - 2007. Ч.1.С.136-138.

4. Полякова Т.В. Критерии, методы и средства определения надежности технологических систем деревообработки по показателю качества «точность» [Текст]/ Т.В.Полякова, В.Г.Новосёлов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы II международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 2-5 октября 2007 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2007. С.123-128.

5. ГОСТ 7315-92. Деревообрабатывающее оборудование. Станки строгальные четырехсторонние. Основные параметры. Нормы точности и жесткости. [Текст] Взамен ГОСТ 6826-78, ГОСТ 7315-83, ГОСТ 19467-74. Введ. 1993-01-01. М.: Госстандарт России: изд-во стандартов, 1992. 23 с.

6. Полякова Т.В. Техника и методика экспериментального исследования точности обработки деревянных изделий [Текст]/ Т.В.Полякова, В.Г.Новосёлов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы III международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 30 сентября-3 октября 2008 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2008. С.86-90.

Прешкин Г.А., Ханбекова О.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

hpreshkin@mail.ru

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫВОЗКИ И ПРОИЗВОДСТВА
КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ДВУМЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ
СИСТЕМАМИ МАШИН**

***THE PRODUCTIVE EFFICIENCY OF ROUND TIMBER AND REMOVAL
BY TWO ALTERNATIVE MACHINE SYSTEMS***

Экономическая эффективность использования лесных природных ресурсов для производства круглых лесоматериалов на основе хлыстовой (система машин 1) и сортиментной (система машин 2) технологий, применяемых на предприятии ЗАО «Кондалес», во многом зависит от объема лесопользования, товарных свойств лесосечного фонда, сортиментной структуры лесоматериалов и наличия лесоперерабатывающих производств. Структура систем машин 1 и 2 приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Системы машин для лесосечных работ и транспортирования древесины

Операции	Система машин 1 Хлыстовая технология	Система машин 2 Сортиментная технология
Валка	ЛП-19А	Харвестер Valmet 911.3 - 6/360.2
Трелевка	ЛТ-154	Форвардер Valmet 860.3 - 8
Очистка деревьев от сучьев	ЛП-33А	Харвестер Valmet 911.3 - 6/360.2
Раскряжёвка	-	Харвестер Valmet 911.3 - 6/360.2
Погрузка древесины	ЛТ-188	Автопоезд Урал 4320-1951-40, оснащенный гидроманипулятором
Вывозка древесины	Автопоезд Урал 4320 с прицепом-ропуском ГКБ 93-83	Автопоезд Урал 4320-1951-40, оснащенный гидроманипулятором
Выгрузка древесины	Разгрузочно-растаскивающая установка РРУ-10М	Автопоезд Урал 4320-1951-40, оснащенный гидроманипулятором

Актуальным становится непрерывное устойчивое лесопользование, объем которого не должен превышать годового прироста спелой древесины. Это открывает возможность стабильного социального развития лесных населенных пунктов, путём обеспечения населения рабочими местами, требующими специалистов высокой квалификации. Квалифицированный труд предполагает выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью для первоочередной поставки на внутренний рынок и страны СНГ. Конкурентоспособная высококачественная лесопродукция, отвечающая требованиям мировых стандартов, в условиях ЗАО «Кондалес» может стать предметом экспорта в страны дальнего зарубежья.

Экспериментальные расчеты сравнительной эффективности вывозки древесины и производства круглых лесоматериалов, выполненные с использованием производственно-технической и экономической информацией ЗАО «Кондалес» (Тюменская область) показали на эффективность обеих систем машин 1 и 2, однако система машин 2 оказалась наиболее предпочтительной, когда эксплуатируются разрозненные лесосеки с небольшим запасом древесины. Кроме того, управление технологиями лесозаготовок и транспорта древесины, техническое обслуживание и ремонт обходится дешевле, что значительно сказывается на уровне себестоимости производства круглых лесоматериалов. Итоги технико-экономических расчетов эффективности лесозаготовительного производства альтернативными системами машин приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная экономическая эффективность производства круглых лесоматериалов при вывозке хлыстами и сортиментами

Показатели	Система машин 1 хлыстовая	Система машин 2 сортиментная	Сравнительное отношение 3ст/2ст
1	2	3	4
Себестоимость вывозки лесоматериалов, руб./м ³	220	179,2	0,81
Себестоимость производства круглых лесоматериалов, руб./м ³	1022	950	0,93
Рентабельность производства круглых лесоматериалов, %	5	24	4,8

Из таблицы 2 видно, что при транспортировании лесных грузов в виде сортиментов по сравнению с транспортированием в виде хлыстов в условиях ЗАО «Кондалес» себестоимость вывозки снижается на 19%, а производства круглых лесоматериалов – на 7%; одновременно, рентабельность производства круглых лесоматериалов при осуществлении вывозки сортиментами возрастает в 4,8 раза.

Каждая из альтернативных технологий имеет свои преимущества и недостатки. Так, применение технологии вывозки древесины в хлыстах дает возможность создавать буферные запасы хлыстов для сглаживания неравномерности загрузки нижнескладского оборудования и оперативно управлять производством круглых лесоматериалов для нужд собственных лесоперерабатывающих производств и/или отгрузки потребителям лесопродукции в вагоны Российской железной дороги. На наш взгляд, недостатком этой технологии является высокая фондоемкость, необходимость в значительных операционных затратах на эксплуатацию, обслуживание и ремонт, а также низкий уровень экологичности ведения лесосечных работ, потребность в лесосеках со значительным запасом древесины во избежание частых перебазировок.

При сортиментной заготовке значительно упрощается система управления производством транспортных услуг за счет сокращения числа элементов транспортной системы практически до 1 единицы. Заготовка сортиментов системой машин 2 позволяет использовать лесосеки с небольшим эксплуатационным запасом, при этом обеспечивается высокий уровень экологичности производства круглых лесоматериалов, если

оператор харвестера имеет, кроме технических, лесоводственные знания правил ведения технологических операций [1].

Таким образом, технико-экономическими исследованиями установлена предпочтительность сортиментной технологии на базе системы машин 2 при ведении лесосечных работ и транспортирования древесины в зимний период, что доказывает целесообразность развития в перспективе её применение.

Библиографический список

1. Герц, Э.Ф., Иванов, В.В. Экономическая оценка хозяйственного ущерба, возникающего от проведения несплошных рубок Урале [Текст] / Э.Ф. Герц, В.В. Иванов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2008, № 3(60) - с. 171-177.

Совина С.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) sodis@ru66.ru

ОТДЕЛКА ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМ ПЕНТАФТАЛЕВЫМ ЛАКОМ WOOD-BASE MATERIALS FINISHING MODIFIED ALKYD VARNISH

Среди синтетических смол, применяемых для изготовления лакокрасочных материалов, алкидные олигомеры занимают ведущее место с середины 30-х годов и до настоящего времени. Это объясняется возможностью получения на их основе сравнительно недорогих покрытий холодного и горячего отверждения с хорошей адгезией к поверхности различных материалов, механически прочных и стойких при эксплуатации в атмосферных условиях. Выпуск алкидов в настоящее время составляет 60...80 % от общего выпуска синтетических пленкообразующих веществ [1].

Наибольшее применение в деревообработке получили пентафталевые лаки, но основным их недостатком является продолжительность отверждения покрытия (при температуре 18...22 °С время сушки может составлять 36...72 ч.).

Сокращение длительности сушки покрытий на основе алкидных смол возможно путём введения модифицирующей добавки в виде нитроцеллюлозного лака определенной концентрации. Исследования показали, что время отверждения лака ПФ-283 снижается с 180 минут до 120 минут. Но наряду с положительными результатами модификация нитроцеллюлозным лаком резко снижает защитные свойства покрытия. Так водостойкость покрытия на основе лака ПФ-283 не менее 8 часов, в то время как водостойкость покрытия на основе композиции лаков ПФ-283 и НЦ-218 менее 6 часов, что является неудовлетворительным для атмосферостойких покрытий.

В целях повышения защитно-декоративных свойств пленки предлагается введение в лакокрасочную композицию пигмента на основе слюды, обработанной TiO₂.

Для создания технологического процесса отделки щитовых деталей мебели модифицированной лакокрасочной композицией исследовалось влияние пигмента на качественные характеристики получаемых покрытий.

Основными параметрами пигментной пасты, вводимой в пленкообразователь, являлись дисперсность и концентрация пигмента. По результатам классического эксперимента были определены диапазоны варьирования этих факторов:

- концентрация пигмента от 0,1 до 6 масс. %;
- дисперсность частиц пигмента 15 - 45 мкм.

Кроме вышеуказанных показателей на качество формируемого покрытия оказывают влияние технологические режимы нанесения.

Метод пневматического распыления является одним из самых распространенных способов нанесения лаков на древесину, однако, он связан с применением ручного труда, поэтому многие факторы сказываются на качестве формируемого покрытия.

На основании литературных источников [2], основными показателями, влияющими на качество формирования покрытия, являются:

1. Давление в системе оказывает существенное влияние на скорость распыления и дисперсность распыляемого материала, а следовательно, на толщину формируемого покрытия.

2. Расстояние от лакораспылителя до отделяемой поверхности, так как при небольшом расстоянии на поверхности изделия могут образоваться наплывы и потёки, при большом удалении покрытие получится негладким, «зернистым». Кроме того, при этом увеличиваются потери материала.

3. Вязкость лакокрасочной системы, т. к. именно этот показатель влияет на растекаемость материала (розлив), а следовательно и качество получаемого покрытия.

Переменные факторы и уровни их варьирования в экспериментах представлены в таблице 1.

Выходными параметрами, характеризующими качество покрытия, были выбраны толщина (y_1) и твёрдость покрытия (y_2). Важным показателем, характеризующим эффективность применяемого лакокрасочного материала, является его расход (y_3). Данный параметр также являлся выходным в экспериментальных исследованиях.

Таблица 1 – Переменные факторы и уровни их варьирования

Наименование	Условные обозначения	Уровни варьирования			Шаг варьирования
		-1	0	1	
1. Давление в системе, мПа	X_1	0,2	0,4	0,6	0,2
2. Расстояние от краскораспылителя до образца, мм.	X_2	200	300	400	100
3. Концентрация пигмента в лакокрасочной системе, масс. %.	X_3	2	4	6	2
4. Дисперсность пигмента, мкм.	X_4	15	30	45	15
5. Условная вязкость, с.	X_5	15	25	35	10

Экспериментальные исследования проводили по плану Хартли для пяти исследуемых факторов. Результаты исследований представлены в виде уравнений регрессии второго порядка.

Математические модели имеют вид:

$$y_1 = 63.61 - 2.19 X_1 - 1.91 X_2 + 0.67 X_3 + 3.58 X_4 + 1.71 X_5 + \\ + 1.24 X_1^2 + 0.76 X_2^2 - 0.002 X_3^2 + 1.7 X_4^2 + 0.53 X_5^2 - 0.15 X_1 X_2 + \\ + 0.2 X_1 X_3 + 0.85 X_1 X_4 + 0.18 X_1 X_5 + 0.06 X_2 X_3 + 0.72 X_2 X_4 + \\ + 0.03 X_2 X_5 - 0.27 X_3 X_4 + 0.03 X_3 X_5 - 0.5 X_4 X_5$$

$$y_2 = 0,653 - 0,007 X_1 - 0,004 X_2 + 0,001 X_3 + 0,033 X_4 + 0,005 X_5 + \\ + 0,001 X_1^2 - 0,002 X_2^2 + 0,001 X_3^2 + 0,006 X_4^2 + 0,001 X_5^2 + 0,001 X_1 X_2 - \\ - 0,003 X_1 X_3 - 0,001 X_1 X_5 - 0,001 X_2 X_3 + 0,001 X_2 X_4 + \\ + 0,001 X_3 X_5 + 0,001 X_4 X_5$$

$$y_3 = 255,56 - 2,05 X_1 - 2,51 X_2 + 1,27 X_3 + 9,8 X_4 + 1,88 X_5 + \\ + 3,78 X_1^2 + 4,11 X_2^2 + 0,78 X_3^2 - 3,14 X_4^2 + 0,95 X_5^2 + 0,24 X_1 X_2 - \\ - 0,87 X_1 X_3 + 0,74 X_1 X_4 - 0,74 X_1 X_5 - 0,78 X_2 X_3 - 0,22 X_2 X_4 - \\ - 2,03 X_2 X_5 + 0,68 X_3 X_4 + 0,41 X_3 X_5 + 1,97 X_4 X_5$$

Полученные уравнения регрессии были использованы для построения графических зависимостей изучаемых показателей от каждого из рассматриваемых факторов в выбранном диапазоне варьирования. Анализ графиков этих зависимостей позволяет сделать вывод о формировании высоко декоративного покрытия с повышенными эксплуатационными свойствами.

В таблице 2 представлены физико-механические показатели традиционного и модифицированного лакокрасочных материалов.

Таблица 2 – Физико-механические показатели покрытия на основе пентафталевого лака ПФ-283 и лакокрасочной системы

Наименование показателей	Значения свойств покрытий	
	ПФ-283 ГОСТ 5470-75	Лакокрасочная система ПФ:НЦ+ пигментная паста
1. Толщина покрытия при двух разовом нанесении лака, мкм	75-90	67
2. Время высыхания до степени 3, ч., не более при	t = 20 °C	36
	t = 60 °C	3
3. Твердость пленки по маятниковому прибору, усл. ед., не менее	0,35	0,7
4. Расход материала для образования покрытия, г/м ²	220-250	230

Экспериментальные работы показали целесообразность модификации нитропентафталевой композиции пигментной пастой, так твердость покрытия повышается на 50 – 55 %.

Библиографический список

1. Жуков Е.В., Онегин В.И. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов [Текст] / Е.В. Жуков, В.И. Онегин. М.: «Экология», 1993. 302 с.
2. Онегин В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины [Текст] / В.И. Онегин. Л.: «Химия», 1983. 148 с.

Терин А.А. (Филиал Сухоложский ГУПСО «ЛХПО», г. Сухой Лог, РФ),
Бирюков П.А., Кузьмина М.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ОПЫТ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В МАЛОМ ЛЕСОПИЛЕНИИ *EXPERIENCE OF RATIONALIZATION OF PRODUCTION IN SMALL TIMBER SAWING*

Необходимость рационализации «малого лесопиления», десятилетия базировавшегося на лесопильных рамах типа Р-63Б, обусловлена не только сугубо экономическими причинами, а также возросшими претензиями потребителей к качеству выпускаемых пиломатериалов.

Однако, до настоящего времени, отдельные предприниматели отдают предпочтение пилорамам традиционного типа, имеющим «приличный» срок действия, и продолжают их экстенсивно эксплуатировать. Основной довод в пользу лесопильных рам типа Р-63Б – даже не высокая сменная производительность оборудования по сырью, а хронический дефицит финансовых ресурсов для технического обновления производства. Тем не менее, эпоха массового применения лесопильных рам типа Р-63Б в лесной отрасли и в подсобных производствах тяжелой индустрии, по-нашему мнению, завершается.

Деревообработчикам в последние годы предложен широкий спектр ленточно-пильного, круглопильного и многопильного оборудования для выпуска пиломатериалов. Поэтому, приступая к техническому переоснащению лесопильного предприятия или производственного участка, необходимо определить основные цели и задачи, сформулировать принципы, разработать технологию его проведения.

Исходя из накопленного опыта работы и результатов анализа ситуации в малом лесопилении региона, задачи, которые руководство предприятий пытается разрешить с помощью технического переоснащения, таковы:

1. снижение норм расхода пиловочного сырья;
2. минимизация штата обслуживания технологических потоков лесопиления;
3. экономичность технического переоснащения производства с позиций стоимости приобретаемого оборудования и эксплуатационных затрат;

4. применение оборудования, гарантирующего улучшение качества пиломатериалов (в первую очередь за счет чистоты обработки их поверхностей и точного соблюдения геометрических характеристик).

В соответствии с поставленными целями нами предложены следующие принципы и особенности проведения переоснащения производства, отвечающие требованию оптимизации затрат:

1. монтаж и наладка нового оборудования без остановки производства в цехе;
2. поэтапная замена устаревшего оборудования на принципиально новое (по мере накопления финансовых ресурсов);
3. сопряженность новых образцов лесопильного оборудования с действующими станками, не заменяемыми на данном этапе технического перевооружения цеха.

Преследуя указанные цели, в Сухоложском филиале ЛХПО СО [статус по состоянию на 1.07.2009 г.] постепенно, в течение ряда лет осуществлена система мер:

- компактно, с учетом принципа прямоточности при организации производств, размещено оборудование: для подачи на эстакаду хлыстов хвойных пород, раскряжевки хлыстов, перемещения пиловочного сырья в лесоцех, транспортировки пиломатериалов и отходов к местам складирования, погрузки продукции на автотранспорт;
- внедрена сортировка пиловочных бревен по диаметрам;
- для получения высококачественных пиломатериалов из крупномерных бревен приобретена и смонтирована установка Wood Maizer LT-40 (диаметр сортиментов от 400 мм и более);
- произведена замена старой пилорамы Р-63Б на лесопильный поток на базе Wood Maizer LT-40 и многопильной установки «Авангард» для выпуска высококачественных пиломатериалов (диаметр сортиментов от 300 до 400 мм);
- создан участок по переработке тонкомерного пиловочника (диаметр сортиментов от 150 до 200 мм).

Технические новшества дополнены новыми организационными подходами, учитывающими следующие условия деятельности предприятия:

- годовой объем лесопиления по сырью равен 15-16 тыс.м³ от санитарных рубок;
- ярко выраженный сезонный спрос на пиломатериалы;
- обширная в заявках номенклатура пиломатериалов по видам и сечениям;
- значительная клиентура потребителей пилопродукции при относительно малой по кубатуре величине разового заказа;
- необходимость обеспечения круглогодичной занятости рабочих и гарантированной им заработной платы;
- постоянные в течение года сдвиги в структуре выпускаемых пиломатериалов (по видам и сечениям);

Поэтому руководством предприятия приняты решения, которые последовательно реализованы в практике хозяйствования:

1) после анализа структуры спроса на продукцию выявлены группы наиболее востребованных пиломатериалов. В I квартале года лесоцех работает в известной степени на склад по узкому ассортименту постоянно востребуемой продукции; в II-III-IV кварталах – только под конкретный заказ;

2) т.к., по факту длительное время сохраняется значительный спрос на необрезные пиломатериалы без особых требований к качеству, то в лесоцехе сохранена пило-

рама Р-63Б для оперативного выполнения такого рода заказов, сырье в этом случае – пиловочные бревна диаметром 200-300 мм;

3) обрезаемые пиломатериалы изготавливаются только на потоке Wood Maizer LT-40 + многопильный станок «Авангард» или отдельном потоке Wood Maizer (крупномерное сырье). Эта мера обеспечивает не только высокое качество пилопродукции, но и значительно снижает удельный расход электроэнергии;

4) штат основных рабочих в лесопильном цехе предельно минимизирован – 9 человек. Рамщики и станочники выполняют весь объем околостаночных операций. Хотя при этом снижается коэффициент использования оперативного времени оборудования (по данным наблюдений он равен ($K_{исп}^{обор} = 0,62 - 0,67$), коэффициент загрузки основных рабочих высок ($K_{загр}^{рабочий} = 0,84 - 0,87$). Как показывает опыт, при незначительном фиксированном годовом объеме производства в лесоцехе целесообразно более полно использовать рабочее время, обеспечивая постоянную занятость рабочих кадров и относительно стабильный заработок, чем стремиться к высокой сменной производительности оборудования;

5) рабочие лесопильного цеха овладели смежными специальностями; следовательно, при необходимости возможна взаимозаменяемость. Это позволяет маневрировать рабочей силой при относительно крупном по объему срочном заказе, для выполнения которого нужно задействовать конкретный технологический поток. Работа в таких случаях осуществляется в 2 смены.

В результате проделанной систематической работы по рационализации лесопиления на предприятии «отлажена» технология переработки пиловочного сырья. Технические новшества в сочетании с оптимизирующими процесс организационными решениями предопределили эффективность использования гибкой системы ценообразования на пиломатериалы, позволяющей варьировать отпускной ценой в зависимости от качества продукции и изменчивости спроса в течение года.

Хотя, показатели использования производственной мощности лесоцеха относительно незначительны (из-за дефицита пиловочного сырья), в последнее время технологическая трудоемкость 1 условного кубометра пиломатериалов уменьшилась до 1,22-1,35 чел-час/м³. Этот показатель находится на уровне трудоемкости передовых коллективов предприятий бывшего Минлеспрома СССР 80-х годов XX века.

Именно лесопиление, как профильное производство на предприятии, в последние годы позволяет Сухоложскому филиалу ЛХПО СО получать устойчивый доход, решая задачи перспективного развития и ведения полноценной лесохозяйственной деятельности.

В заключение, необходимо обозначить ключевой, на наш взгляд, аспект успешного развития исследуемого и подобных ему предприятий. Речь идет о постоянном стремлении к полному и безотходному циклу переработки древесины. Любой побочный продукт лесопиления - опилки, горбыльная доска, дровяные отходы и даже кора – могут и должны иметь своих потребителей. Именно «внимание к деталям», когда от отходов не избавляются, а перерабатывают, позволяет предприятию дополнительно получать 15-20% к выручке от реализации основной продукции. Конечная цель в этом процессе – создание на предприятии такой технологической цепочки, в результате которой конечному потребителю «выжимается» максимальный объем качественной продукции, а все отходы утилизируются самим предприятием в целях автономного энерго- и теплоснабжения.

КОРРЕКТИРОВКА ВЕЛИЧИН ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ДОСОК ПРИ РАСПИЛОВКЕ БРЕВЕН

CORRECTION OF MAGNITUDES OF BOARD OPTIMUM SIZES AT THE LOG SAWING

Оптимальные размеры досок, выпиливаемых из пифагорической и параболической зон бревна, при расчете поставов вычисляются по известным формулам или определяют по различным графикам-квадрантам и номограммам.

Вычисленные значения оптимальной ширины и оптимальной длины обрезных досок, выпиливаемых вразвал или из боковой зоны за брусом на первом проходе и за пропиленной пластью бруса на втором проходе, как правило, не совпадают с требуемыми спецификационными или имеющимися в сетке размеров по соответствующему стандарту. Переход от оптимальных размеров досок к спецификационным или к стандартным связан с потерей объемного выхода. Исключение составляют случаи, когда в выпиливаемой доске преднамеренно оставляют некоторую часть обзола.

Существующая практика расчета поставов рекомендует при уточнении ширины и длины выпиливаемых досок принимать те размеры, которые находятся ближе (вверху или внизу) к *оптимальным* в стандартной размерной сетке или в спецификационном задании. В этом случае уменьшение объемного выхода пиломатериалов не будет существенным, так как полученные значения изменяются незначительно, следовательно, такие размеры можно считать *рациональными*. При большом удалении от оптимальных значений потери объемного выхода возрастают, а рациональность выбранных размеров теряется.

Ниже рассмотрен пример, поясняющий порядок корректировки оптимальных значений размеров выпиливаемых пиломатериалов.

Пусть требуется рассчитать постав на распиловку с брусковкой (рис. 1) бревен хвойных (кроме лиственницы) пород с выработкой обрезных пиломатериалов по ГОСТ 8486-86, если: диаметр бревна в вершине $d = 26$ см, диаметр в комле $D = 31,2$ см, коэффициент сбега бревна $K = 1,2$; величина сбега $c = 1,04$ см/м, длина бревна $L = 5$ м, объем бревна $g = 0,32$ м³, величина пропила $t = 3,4$ мм, влажность выпиливаемых пиломатериалов $W = 15$ %.

Предположим, что на первом проходе при распиловке бревна постав имеет следующий вид:

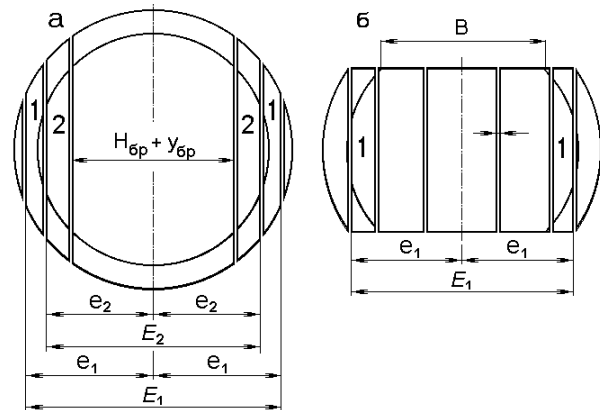


Рисунок 1 – Распиловка бревна с брусковкой: а – первый проход; б – второй проход

$$\frac{175}{1} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}.$$

Общая ширина постава на первом проходе будет определена как

$$E_{1пр.} = E_1 = H_{бр.} + y_{бр.} + 2(t + a_2 + y_2 + t + a_1 + y_1) = 286,3 \text{ мм},$$

где $H_{бр.}$ - толщина (высота) выпиленного бруса;

$y_{бр.}$ - величина усушки бруса по толщине;

t - величина пропила;

a_2 и a_1 - толщина выпиленных боковых досок № 2 и № 1 (рис. 1 а);

y_2 и y_1 - величина усушки досок № 2 и № 1 по толщине.

Охват бревна поставом на первом проходе составит

$$\sum_1 = \frac{E_{1пр.}}{d} = \frac{286,3}{260} = 1,10d.$$

Величина пропиленной в вершине пласти бруса B (рис. 1 б) равна

$$B = \sqrt{d^2 - (H_{бр.} + y_{бр.})^2} = \sqrt{260^2 - (175 + 5,9)^2} = 186,75 \text{ мм}.$$

При распиловке бруса необходимо как можно лучше использовать зону пропиленной пласти ($B = 186,75$ мм). Например, постав для этой зоны и соответственно ее охват может иметь следующий вид:

$$\frac{75}{1} - \frac{50}{2}, \text{ охват } 188,8 \text{ мм}.$$

Незначительный тупой обзол $(188,8 - 186,75)/2 = 1,025$ мм на наружных пластах досок толщиной 50 мм вполне приемлем, и не снижает качества и сортности досок.

За пределами пропиленных пластей бруса в нашем примере выпиляют одну пару досок № 1 (рис. 1 б) толщиной 25 мм.

Полный постав на распиловку бруса на втором проходе будет иметь вид

$$\frac{75}{1} - \frac{50}{2} - \frac{25}{2}.$$

Общая ширина постава на втором проходе будет определена как

$$E_{2пр.} = E_1 = 188,8 + 2(t + a_1 + y_1) = 247,8 \text{ мм}.$$

Охват бревна поставом на втором проходе составит

$$\sum_2 = \frac{E_{2пр.}}{d} = \frac{247,8}{260} = 0,953d.$$

Используя *аналитический способ*, проследим последовательность расчетов по определению оптимальных ширин и длин выпиленных пиломатериалов.

Величину пифагорической зоны $E_{пиф.}$ для нашего случая определим по формуле

$$E_{пиф.п.} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2} = d\sqrt{0,5(3 - K^2)} = 260\sqrt{0,5(3 - 1,2^2)} = 229,6 \text{ мм},$$

или для полупостава $e_{пиф.} = E_{пиф.} / 2 = 114,8$ мм.

Величину предельного охвата бревна поставом вычислим из условия, что минимальная ширина доски $b_{\min} = 75$ мм (78 мм с учетом усушки по ширине), а минимальная длина доски $l_{\min} = 1,0$ м.

$$E_{пред.к.} = \sqrt{(D - cl_{\min})^2 - b_{\min}^2} = \sqrt{(312 - 10,4 \cdot 1)^2 - 78^2} = 291,34 \text{ мм},$$

или для полупостава $e_{пред.к.} = E_{пред.к.} / 2 = 145,67$ мм.

Для *первого прохода* (рис. 1 а) вычислим расстояние от центра торца бревна *до наружных* пластей боковых досок (т. е. полуохват).

$$e_2 = (H_{бр.} + y_{бр.}) / 2 + t + a_2 + y_2 =$$

$$= (175 + 5,9) / 2 + 3,4 + 25 + 1,1 = 119,95 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 2 будет

$$E_2 = 2e_2 = 239,9 \text{ мм.}$$

$$e_1 = e_2 + t + a_1 + y_{a_1} = 119,95 + 3,4 + 19 + 0,8 = 143,15 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 1 будет

$$E_1 = 2e_1 = 286,3 \text{ мм.}$$

Сравним $E_{\text{пиф.п}} = 229,6 \text{ мм} < E_2 = 239,9 \text{ мм}$. Делаем вывод, что наружные пласти исследуемых досок находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_2 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_2^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} \cdot 5 \frac{312^2 - 239,9^2}{312^2 - 260^2} = 4,46 \text{ м.}$$

Ближайшая по стандарту длина доски $l_2 = 4,5 \text{ м}$.

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_2 = \sqrt{\frac{D^2 - E_2^2}{3}} = \sqrt{\frac{312^2 - 239,9^2}{3}} = 115,2 \text{ мм.}$$

Ближайшая по стандарту ширина доски $b_2 = 100 \text{ мм}$ или $b_2 = 125 \text{ мм}$.

Если после определения оптимальных размеров досок окажется, что один из размеров должен быть переведен в ближайший стандартный (или спецификационный) размер, величина которого *значительно отличается* от найденного оптимального, то необходимо уточнить величину и другого уже определенного параметра.

Последовательность и порядок таких действий рассмотрим с помощью рис. 2 (где L – длина бревна, d и D – диаметры бревна соответственно в вершине и комле).

Если в нашем примере вместо оптимальной ширины доски № 2 $b_{\text{опт.}} = 115,2 \text{ мм}$ будет выбрана *большая* ширина, равная 129,7 мм (125 мм плюс припуск на усушку 4,7 мм по ширине доски), то потребуются вычислить величину новой длины выпиливаемой доски l_{p2} .

Из рис. 2 и условия задачи видно, что для этого следует вычислить величину расчетного диаметра d_{p2} .

$$d_{p2} = \sqrt{E_2^2 + b_2^2} = \sqrt{239,9^2 + 129,7^2} = 273 \text{ мм.}$$

Тогда новая длина выпиливаемой доски будет определена следующим образом:

$$l_{p2} = (D - d_{p2}) / c = (312 - 273) / 10,4 = 3,75 \text{ м.}$$

Если должна быть выбрана *большая* длина выпиливаемой доски (например, $l_2 = 4,0 \text{ м}$), то сначала вычисляют расчетный диаметр d_{p1} с помощью выражения $d_{p1} = D - c l_2 = 31,2 - 1,04 \cdot 4,0 = 27,04 \text{ см}$, а затем уточняют величину новой ширины доски b_{p1} по выражению

$$b_{p1} = \sqrt{d_{p1}^2 - E_2^2} = \sqrt{270,4^2 - 239,9^2} = 124,75 \text{ мм.}$$

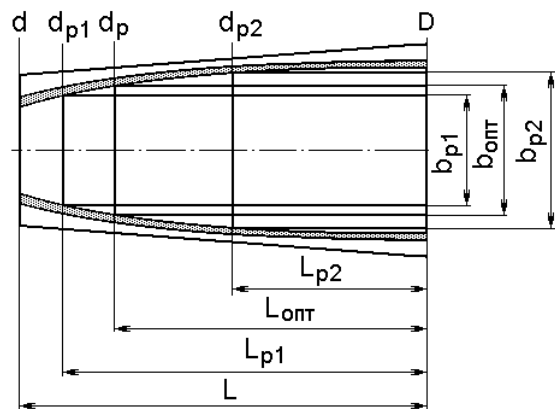


Рисунок 2 – Раскрой необрезной доски

Если в нашем примере вместо оптимальной ширины доски № 2 $b_{\text{опт}} = 115,2$ мм будет выбрана *меньшая* ширина, равная 103,7 мм (100 мм плюс припуск на усушку 3,7 мм по ширине доски), то потребуется вычислить величину новой длины выпиленной доски l_{p1} .

Из рис. 2 и условия задачи видно, что для этого следует вычислить величину диаметра d_{p1} .

$$d_{p1} = \sqrt{E_2^2 + b_2^2} = \sqrt{239,9^2 + 103,7^2} = 261,3 \text{ мм.}$$

Тогда новая длина этой доски будет определена следующим образом:

$$l_{p1} = (D - d_{p1}) / c = (312 - 261,3) / 10,4 = 4,85 \approx 4,9 \text{ м.}$$

При длине 5,0 м такая доска в вершине будет иметь обзол, длиной 10 см.

Наружные пласти досок № 1 находятся в параболической зоне, так как $E_{\text{пиф.}} = 229,6 \text{ мм} < E_1 = 286,3 \text{ мм}$.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_1 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_1^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{312^2 - 286,3^2}{312^2 - 260^2} = 1,72 \text{ м.}$$

Ближайшая по стандарту длина доски $l_1 = 1,75 \text{ м}$.

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_1 = \sqrt{\frac{D^2 - E_1^2}{3}} = \sqrt{\frac{312^2 - 286,3^2}{3}} = 71,6 \text{ мм.}$$

Принимаем ширину досок № 1 по стандарту $b_1 = 75 \text{ мм}$.

Уточним новое значение l_{p2} , для чего по величине охвата $E_1 = 286,3 \text{ мм}$ и $b_1 = 78 \text{ мм}$ (учтена усушка по ширине доски) вычислим новый расчетный диаметр

$$d_{p2} = \sqrt{286,3^2 + 78^2} = 296,73 \text{ мм.}$$

Тогда $l_{p2} = (D - d_{p2}) / c = (312 - 296,73) / 10,4 = 1,47 \text{ м}$.

Принимаем $l_{p2} = 1,5 \text{ м}$ (с двухсторонним обзолом длиной 0,03 м).

На втором проходе обрезные доски, выпиленные в зоне пропиленных пластей бруса, будут иметь длину, равную длине бревна, а их ширина будет равна толщине бруса, из которого их выпиляют. Дополнительных расчетов по определению размеров таких досок не требуется.

Наружные пласти досок № 1 (рис. 1 б), выпиленные за пределом пропиленных пластей бруса, могут находиться в пифагорической или параболической зоне бревна. Для определения их возможного нахождения необходимо рассчитать величину расстояния от центра вершинного торца бруса (т. е. от центра постава) до наружных пластей этих досок.

Вычислим расстояние от центра торца бруса **до наружной** пласти доски № 1 (т. е. полуохват).

$$e_1 = (75 + 3) / 2 + 3,4 + 50 + 2 + 3,4 + 25 + 1,1 = 123,9 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 1 будет

$$E_1 = 2e_1 = 247,8 \text{ мм.}$$

Сравним $E_{\text{пиф.}} = 229,6 \text{ мм} < E_1 = 247,8 \text{ мм}$. Делаем вывод, что наружные пласти исследуемых досок находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_1 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_1^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{312^2 - 247,8^2}{312^2 - 260^2} = 4,03 \text{ м.}$$

Принимаем длину доски по стандарту $l_1 = 4,0$ м.

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_1 = \sqrt{\frac{D^2 - E_1^2}{3}} = \sqrt{\frac{312^2 - 247,8^2}{3}} = 109,4 \text{ мм.}$$

Принимаем номинальную ширину доски по стандарту $b_1 = 100$ мм или с припуском на усушку $b_1 = 103,7$ мм.

Для уточнения величины новой длины доски вычислим величину расчетного диаметра d_{p1}

$$d_{p1} = \sqrt{E_1^2 + b_1^2} = \sqrt{247,8^2 + 103,7^2} = 268,6 \text{ мм.}$$

Тогда уточненная длина выпиливаемой доски будет определена следующим образом:

$$l_{p1} = (D - d_{p1}) / c = (31,2 - 26,86) / 1,04 = 4,17 \text{ м.}$$

Здесь можно принять длину, равной 4,25 м, но такая доска в вершинной части будет иметь небольшой тупой обзол длиной $4,25 - 4,17 = 0,08$ м.

Приведенная последовательность расчетов по переходу от *оптимальных* размеров досок к *рациональным* позволяет полнее учитывать спецификационные требования потребителя и сохранять достаточно высоким объемный выход пилопродукции.

Уласовец В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vadul@mail.ru

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ДОСОК ПРИ РАСЧЕТЕ ПОСТАВОВ NOMOGRAPH FOR THE OPTIMUM SIZES DETERMINATION OF BOARDS AT CALCULATION OF SAWING SCHEDULES

В каждом отдельном регионе страны состав пиловочного сырья сравнительно постоянен и имеет достаточно долго характерные размерные и качественные особенности.

Лесопильные предприятия в своей практической деятельности чаще всего при расчете поставов используют различные *графики-квадранты* или *номограммы*, построенные в прямоугольных координатах.

Рассмотрим номограмму УЛТИ (рис. 1) для расчета поставов, составленную с учетом размерных характеристик хвойного пиловочного сырья уральского региона.

На номограмме условно выделены четыре зоны (A, B, C, D).

В зоне A четверти окружностей торцовых сечений бревен диаметром от 10 до 50 см, построенных по формуле

$$b_o = \sqrt{d^2 - E_i^2},$$

где b_o - оптимальная ширина доски;

d - диаметр бревна в вершине;

E_i - величина охвата наружной пласти исследуемой доски поставом;

и предназначенных для определения оптимальных ширин досок, выпиливаемых из пифагорической части бревен.

В зоне **B** четверти эллипсов торцовых сечений бревен диаметром от 10 до 50 см, построенных по формуле

$$b_o = \sqrt{\frac{D^2 - E_i^2}{3}},$$

где D - диаметр бревна в комле, предназначенных для определения оптимальных ширины досок, выпиливаемых из параболической части бревен.

В зоне **C** расположены вспомогательные кривые, построены по формуле

$$l_o = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_i^2}{D^2 - d^2},$$

где l_o - оптимальная длина доски;

L - длина бревна,

и предназначенные для определения оптимальных длин досок, выпиливаемых из параболической части бревен.

В зоне **D** пучок лучей, исходящий из одной точки, представляет длины бревен от 3 до 6,5 м. По *нижней левой горизонтальной шкале* этой зоны определяют оптимальную длину досок, выпиливаемых из параболической части бревен различных длин.

Наклонная линия с отметкой "квадратный брус" позволяет определять ширину пласти квадратного бруса, если известен диаметр бревна или подбирать бревно необходимого диаметра, если задана ширина пласти квадратного бруса.

В верхнем правом углу номограммы дана информация о величине коэффициента сбега (K) бревен различных вершинных диаметров, характерная для хвойного пиловочного сырья уральского региона. Номограммой можно пользоваться и при небольших ($\pm 0,1$) отклонениях коэффициента сбега бревен.

Пользование номограммой *УЛТИ* для расчета поставов проследим на данных следующего примера:

Рассчитать постав на распиловку соснового бревна вразвал с выработкой обрезных пиломатериалов по ГОСТ 8486-86, если: диаметр бревна в вершине $d = 20$ см, Диаметр бревна в комле $D = 24$ см, коэффициент сбега бревна $K = 1,2$; величина сбега $c = 1$ см/м, длина бревна $L = 4$ м, объем бревна $g = 0,147$ м³ величина пропила $t = 3,4$ мм, влажность выпиливаемых пиломатериалов $W = 15$ %.

Положим, что исследуемый постав имеет следующий вид (рис. 2):

$$\frac{44}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}.$$

Вычислим расстояние e_3 от центра торца бревна *до наружной* пласти каждой доски (т. е. полуохват).

Для доски № 3

$$e_3 = t / 2 + a_3 + y_3 = 1,7 + 44 + 1,8 = 47,5 \text{ мм},$$

при этом охват для пары досок № 3 будет равен

$$E_3 = 2e_3 = 95,0 \text{ мм}.$$

Для доски № 2

$e_2 = e_3 + t + a_2 + y_2 = 47,5 + 3,4 + 25 + 1,1 = 77,0$ мм, при этом охват для пары досок № 2 будет равен

$$E_2 = 2e_2 = 154,0 \text{ мм};$$

Для доски № 1

$e_1 = e_2 + t + a_1 + y_1 = 77,0 + 3,4 + 19 + 0,8 = 100,2$ мм,
 при этом охват для пары досок № 1 будет равен
 $E_1 = 2e_1 = 200,4$ мм.

Охват вершинного диаметра бревна поставом составит $1,002d$.

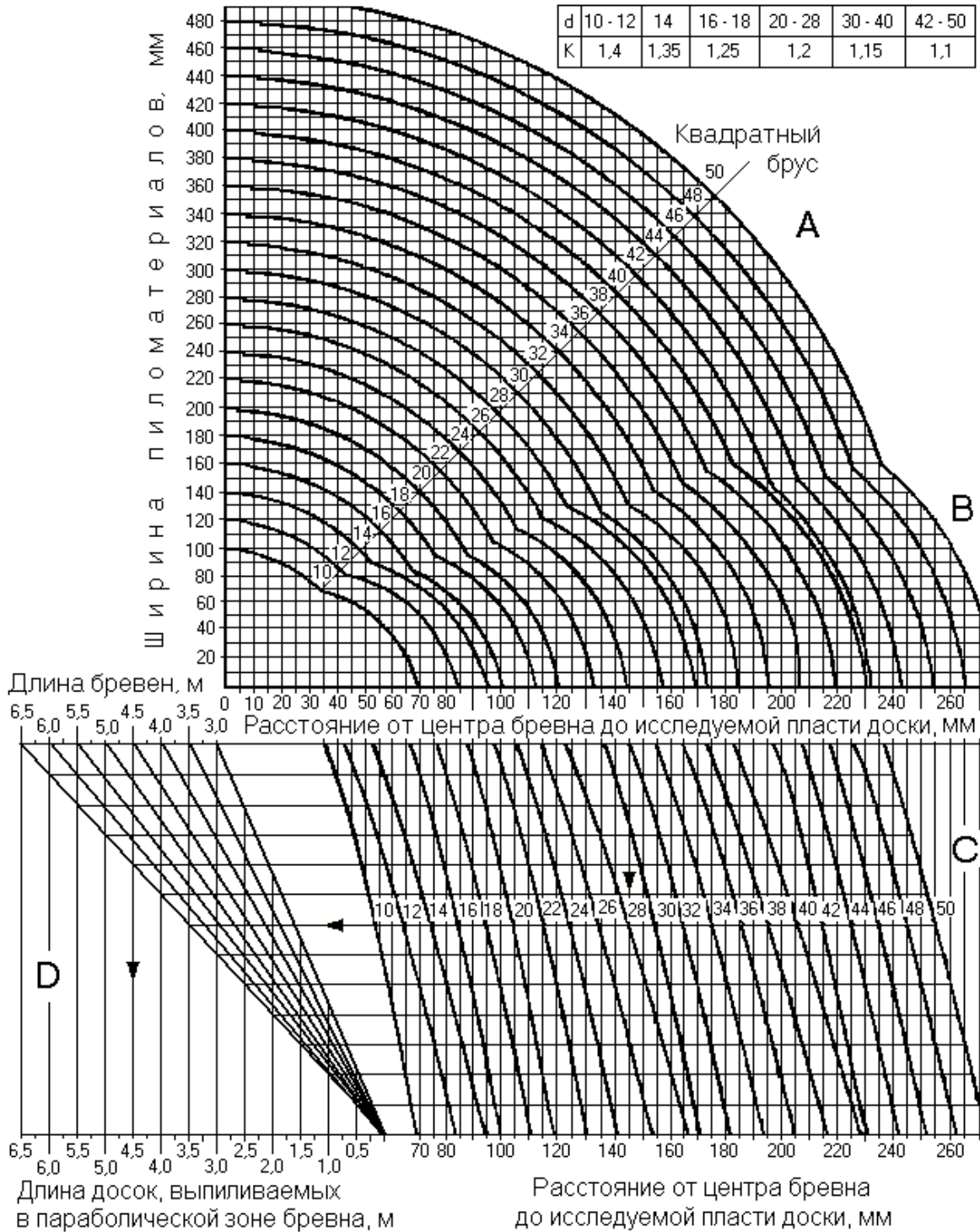


Рисунок 1 – Номограмма УЛТИ для расчета поставов

Определение величины $E_{\text{пиф.}}$.

На номограмме (зона **A** и **B**) находим точку пересечения дуги окружности и дуги эллипса бревна диаметром 20 см. От этой точки опускаем перпендикуляр до пересечения с верхней горизонтальной шкалой, на которой считываем значение величины $e_{\text{пиф.}} \approx 88,0$ мм. Тогда $E_{\text{пиф.}} = 2e_{\text{пиф.}} \approx 176$ мм.

Сравним $e_3 = 47,5$ мм < $e_{\text{пиф.}} \approx 88,0$ мм; и $e_2 = 77,0$ мм < $e_{\text{пиф.}} \approx 88,0$ мм;

Делаем вывод, что обе доски (№ 3 и № 2) находятся в пифагорической зоне, поэтому их длина будет равна длине бревна, т. е. 4,0 м.

Сравним $e_1 = 100,2$ мм > $e_{\text{пиф.}} \approx 88,0$ мм и делаем вывод, что наружная пластъ доски № 1 находится в параболической зоне бревна.

Определение ширины центральных досок (пара № 3).

На верхней горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) находим точку, соответствующую $e_3 = 47,5$ мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с дугой окружности диаметра бревна в **вершине** 20 см. Точку пересечения по горизонтали сносим на вертикальную шкалу слева, где считываем значение сырой доски шириной $b_3 \approx 176$ мм.

Определение ширины боковых досок (пара № 2).

На верхней горизонтальной шкале находим точку, соответствующую $e_2 = 77,0$ мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с дугой окружности диаметра бревна в **вершине** 20 см. Точку пересечения по горизонтали сносим на вертикальную шкалу слева, где считываем значение сырой доски шириной $b_2 \approx 127,0$ мм.

Наружные пласти досок № 1 находятся в **параболической** (сбеговой) зоне, поэтому их **оптимальная длина** l_1 будет короче длины бревна, а **оптимальная ширина** будет определена по **комлевому** диаметру бревна.

Определение ширины боковых досок, находящихся в параболической зоне (пара № 1).

На верхней горизонтальной шкале находим точку, равную $e_1 = 100,2$ мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с дугой эллипса диаметра бревна 20 см. Точку пересечения сносим на вертикальную шкалу слева, где считываем **оптимальное** значение ширины сырой доски № 1, т. е. $b_1 \approx 76,0$ мм.

Определение длины боковых досок, выпиленных из **параболической** зоны бревна (пара № 1). На верхней горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) находим точку, соответствующую половине охвата (т. е. расстоянию от центра торца бревна до наружной пласти определяемой доски) $e_1 = 100,2$ мм пары досок № 1, и от нее опускаем перпендикуляр (в зону **C**) до пересечения со вспомогательной кривой диаметра 20 см. Далее от полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали налево (в зону **D**) до пересечения с лучом длины бревна 4,0 м. Полученную точку пересечения сносим вниз по вертикали на шкалу "длина досок, выпиленных в параболической зоне бревна", где считываем значение **оптимальной** длины выпиленной доски $l_1 \approx 2,6$ м.

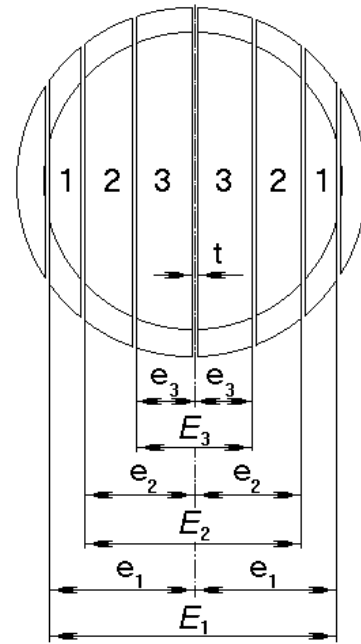


Рисунок 2 – Схема нумерации досок четного постава

Этот же результат можно получить также, если значение $e_1 = 100,2$ мм отложить на **нижней справа** горизонтальной шкале (в зоне **C**), а затем подняться от нее по вертикали до пересечения со вспомогательной кривой диаметра 20 см. Дальнейшая последовательность действий аналогична вышеописанной.

Как видно из вышеописанного примера номограмма *УЛТИ* проста, удобна при пользовании и позволяет быстро получать точный результат.

Отметим также, что номограмма позволяет проводить согласование величин оптимальных размеров выпиливаемых пиломатериалов со спецификационными требованиями потребителя. Рассмотрим пример такой корректировки.

Пусть требуется при расчете поставка на распиловку соснового бревна с брусочкой согласовать полученные оптимальные размеры обрезных досок по ГОСТ 8486-86 со спецификационными требованиями потребителя.

Положим, что диаметр бревна в вершине $d = 26$ см, а в комле $D = 31,2$ см, коэффициент сбег бревна $K = 1,2$; величина сбег $c = 1,04$ см/м, длина бревна $L = 5$ м, объем бревна $g = 0,32$ м³, величина пропила $t = 3,4$ мм, влажность выпиливаемых пиломатериалов $W = 15$ %, $E_{\text{пиф.}} = 229,6$ мм ($e_{\text{пиф.}} = E_{\text{пиф.}}/2 = 114,8$ мм).

Пусть на **первом** проходе постав имеет вид

$$\frac{175}{1} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}.$$

Пропиленная плась бруса будет равна $B = 186,75$ мм.

Полученные аналитическим способом оптимальные размеры досок следующие:

Для досок № 2 (толщиной 25 мм), при $e_2 = 119,95$ мм: $l_2 = 4,46$ м; $b_2 = 115,2$ мм.

Для досок № 1 (толщиной 19 мм), при $e_1 = 143,15$ мм: $l_1 = 1,72$ м; $b_1 = 71,6$ мм.

Сравнивая величину $e_{\text{пиф.}}$ с e_2 и e_1 , отметим, что наружные пласти досок находятся в параболической зоне.

Покажем на номограмме *УЛТИ* порядок определения нового значения l_2 , если будет выбрана **меньшая** ширина доски № 2, например $b_2 = 100$ мм.

На вертикальной шкале откладываем значение $b_2 = 103,7$ мм (с учетом усушки по ширине) и от него перемещаемся по горизонтали вправо до пересечения с вертикалью $e_2 = 119,95$ мм. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре $d_p \approx 26,1$ см. Радиусом, равным $d_p/2$ (с центром в точке пересечения осей), проводим **против часовой стрелки** дугу до пересечения с кривой эллипса $d = 26$ см. От полученной точки пересечения по вертикали опускаемся в зону **C** на вспомогательную кривую диаметра 26 см и далее от нее перемещаемся по горизонтали влево в зону **D** до пересечения с лучом $L = 5$ м. По **нижней горизонтальной** шкале "длина досок, выпиливаемых в параболической зоне бревна" находим уточненное значение $l_2 \approx 4,9$ м. С небольшим обзолом доска может иметь длину 5 м.

Покажем на номограмме *УЛТИ* порядок определения нового значения l_2 , если будет выбрана **большая** ширина доски № 2, например $b_2 = 125$ мм.

На вертикальной шкале откладываем значение $b_2 = 129,7$ мм (с учетом усушки по ширине) и от него перемещаемся по горизонтали вправо до пересечения с вертикалью $e_2 = 119,95$ мм. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре $d_p \approx 27,3$ см. Радиусом, равным $d_p/2$ (с центром в точке пересечения осей), **проводим по часовой** стрелке дугу до пересечения с кривой эллипса $d = 26$ см. От полученной точки пересечения по вертикали опускаемся в зону **C** на вспомогательную

кривую диаметра 26 см и далее от нее влево в зону D до пересечения с лучом $L = 5$ м. По нижней горизонтальной шкале "длина досок, выпиленных в параболической зоне бревна" находим уточненное значение $l_2 \approx 3,75$ м.

Покажем на номограмме *УЛТИ* последовательность определения нового значения b_2 , если будет выбрана новая длина доски № 2, например, $l_2 = 3,75$ м.

На *горизонтальной нижней* шкале в зоне D ("длина досок, выпиленных в параболической зоне бревна") находим точку, соответствующую $l_2 = 3,75$ м и от нее поднимаемся по вертикали до пересечения с лучом $L = 5$ м. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали вправо в зону C до пересечения со вспомогательной кривой $d = 26$ см. Далее от полученной точки пересечения двигаемся по вертикали вверх в зону B до пересечения с кривой эллипса $d = 26$ см. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре бревна $d_p \approx 27,3$ см. Радиусом, равным $d_p / 2$ (с центром в точке пересечения осей) проводим *против часовой стрелки* дугу до пересечения с вертикалью $e_2 = 119,95$ мм и от полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной шкалой, где и считываем значение ширины сырой доски $b_2 \approx 129$ мм.

Покажем на номограмме *УЛТИ* порядок определения нового значения b_2 , если будет выбрана новая длина доски № 2, например $l_2 = 4,75$ м.

На горизонтальной нижней шкале в зоне D находим точку, соответствующую $l_2 = 4,75$ м и от нее поднимаемся по вертикали до пересечения с лучом $L = 5$ м. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали вправо в зону C до пересечения со вспомогательной кривой $d = 26$ см и далее от нее двигаемся по вертикали вверх в зону B до пересечения с кривой эллипса $d = 26$ см. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре бревна $d_p \approx 26,3$ см. Радиусом, равным $d_p / 2$ (с центром в точке пересечения осей) проводим *по часовой стрелке* дугу до пересечения с вертикалью $e_2 = 119,95$ мм. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной шкалой, где и считываем значение ширины сырой доски $b_2 \approx 107$ мм.

Доски № 1 толщиной 19 мм имеют оптимальную ширину $b_1 = 71,6$ мм и их наружные пласти находятся в параболической зоне на расстоянии $e_1 = 143,15$ мм от центра бруса. Если принять номинальную ширину этих досок, равной 75 мм, то потребуется уточнить и их длину.

Покажем на номограмме *УЛТИ* порядок определения нового значения l_1 , если будет выбрана *большая* ширина доски № 2, например $b_1 = 75$ мм.

На вертикальной шкале откладываем значение $b_1 = 78$ мм (с учетом усушки по ширине) и от него перемещаемся по горизонтали вправо до пересечения с вертикалью $e_1 = 143,15$ мм. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре $d_p \approx 29,7$ см. Радиусом, равным $d_p / 2$ (с центром в точке пересечения осей), *проводим по часовой* стрелке дугу до пересечения с кривой эллипса $d = 26$ см. От полученной точки пересечения по вертикали опускаемся в зону C на вспомогательную кривую диаметра 26 см и далее от нее влево в зону D до пересечения с лучом $L = 5$ м. По нижней горизонтальной шкале "длина досок, выпиленных в параболической зоне бревна" находим уточненное значение $l_1 \approx 1,47$ м. Тогда доски № 1 при длине 1,5 м будут иметь незначительный двухсторонним обзолом длиной 0,03 м.

Пусть на *втором* проходе постав имеет вид

$$\frac{75}{1} - \frac{50}{2} - \frac{25}{2}.$$

Охват поставом обрезных досок толщиной 75 мм и 50 мм составляет 188,8 мм и они находятся в зоне пропиленных пластей бруса, поэтому будут иметь длину, равную длине бревна, а их ширина будет равна толщине бруса, из которого их выпиливают. Незначительный тупой обзол на наружных пластях досок толщиной 50 мм вполне приемлем, и не снижает качества и сортности досок. Дополнительных расчетов по определению размеров таких досок не требуется.

Наружные пласти досок № 1 (толщиной 25 мм) находятся в параболической зоне, так как $e_1 = 123,9 \text{ мм} > e_{\text{пиф.}} = 114,8 \text{ мм}$, а их оптимальные размеры следующие: $l_1 = 4,03 \text{ м}$; $b_1 = 109,4 \text{ мм}$.

Если будет принята номинальная ширина доски $b_1 = 100 \text{ мм}$ ($b_1 = 103,7 \text{ мм}$ с учетом усушки по ширине), то потребуется уточнить и ее новую длину.

Покажем на номограмме *УлТИ* порядок определения нового значения l_1 , если будет выбрана *меньшая* ширина доски № 1, например $b_1 = 100 \text{ мм}$.

На вертикальной шкале откладываем значение $b_1 = 103,7 \text{ мм}$ и от него перемещаемся по горизонтали вправо до пересечения с вертикалью $e_1 = 123,9 \text{ мм}$. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре $d_p \approx 26,8 \text{ см}$. Радиусом, равным $d_p / 2$ (с центром в точке пересечения осей), проводим *против часовой стрелки* дугу до пересечения с кривой эллипса $d = 26,8 \text{ см}$. От полученной точки пересечения по вертикали опускаемся в зону *C* на вспомогательную кривую диаметра 26 см и далее от нее перемещаемся по горизонтали влево в зону *D* до пересечения с лучом $L = 5 \text{ м}$. По *нижней горизонтальной* шкале "длина досок, выпиливаемых в параболической зоне бревна" находим уточненное значение $l_1 \approx 4,2 \text{ м}$. С небольшим обзолом доска может иметь длину 4,25 м.

Отметим, что все значения размеров, определенные с помощью номограммы *УлТИ*, практически совпадают с полученными для приведенных примеров аналитическим методом расчета.

В сравнении с известным графиком-квадрантом номограмма *УлТИ* учитывает размерные особенности пиловочного сырья конкретного региона и позволяет без каких-либо дополнительных вычислений определять *оптимальные* и *рациональные* размеры (ширину и длину) досок, выпиливаемых из пифагорической и параболической зон бревен различных длин, а также вести анализ и корректировку установленных размеров с учетом требований потребителя, сохраняя при этом высокий объемный и спецификационный выход пилопродукции.

Как показала практика лесопиления, *графический способ расчета поставов приемлем потому, что основан на строгих теоретических выкладках, нагляден, оперативен, прост при использовании и обладает высокой точностью.*

Уласовец В.Г., Чудинов А.Е. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
mod@usfea.ru

**РАСЧЕТ ПОСТАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**
*CALCULATION OF SAWING SCHEDULES WITH USE OF
COMPUTING MACHINERY*

В учебном процессе лесотехнических вузов при выполнении практических и курсовых работ по дисциплине "Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств", большую часть времени занимает расчет поставов, использующий аналитический способ, различные графические и табличные приемы, которыми необходимо в совершенстве владеть и обучаемому. Однако значительная часть времени при этом тратится в рутинных расчетах.

На кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета разрабатывается программное обеспечение, позволяющее не только успешно вести расчет оптимальных и рациональных поставов, но и при необходимости осуществлять их корректировку с целью согласования со спецификационными заданиями потребителей.

Методологической основой разработанных материалов явились труды проф. Д.Ф. Шапиро [1], проф. П.П. Аксенова [2, 3, 4], проф. Н.А. Батина [5, 6, 7] и других исследователей [8, 9].

При разработке программного обеспечения использованы основные теоретические положения и аналитические уравнения теории рационального раскроя пиловочного сырья.

Разработанные программы "Расчет поставов при распиловке вразвал параллельно продольной оси бревна" и "Расчет поставов при распиловке с брусочкой параллельно продольной оси бревна" позволяют определять *оптимальные* размеры выпиливаемых обрезных досок в заданных схемах раскроя, а также в диалоговом режиме проводить их корректировку, устанавливая *рациональные* размеры досок для согласования их с размерной сеткой любого стандарта или заданной спецификации.

Программы позволяют получать расчетные данные для проведения сравнительного анализа и исследований с целью выявления наилучших вариантов продольного раскроя пиловочника различных пород; данные для оптимизационных задач линейного программирования по планированию раскроя пиловочного сырья; вычислять объемный выход каждого сечения выпиливаемых пиломатериалов (в м³ и в % от объема распиливаемого бревна) в любой схеме раскроя; вычислять общий объемный выход пиломатериалов по всему поставу.

Ниже приведена укрупненная блок-схема (см. рисунок) и описан алгоритм проведения расчета поставов с помощью ПК при распиловке вразвал параллельно продольной оси бревна.

Начало.

1. Ввод данных в ручном режиме:

d - величина диаметра бревна в вершине, см;

L - длина бревна, м;

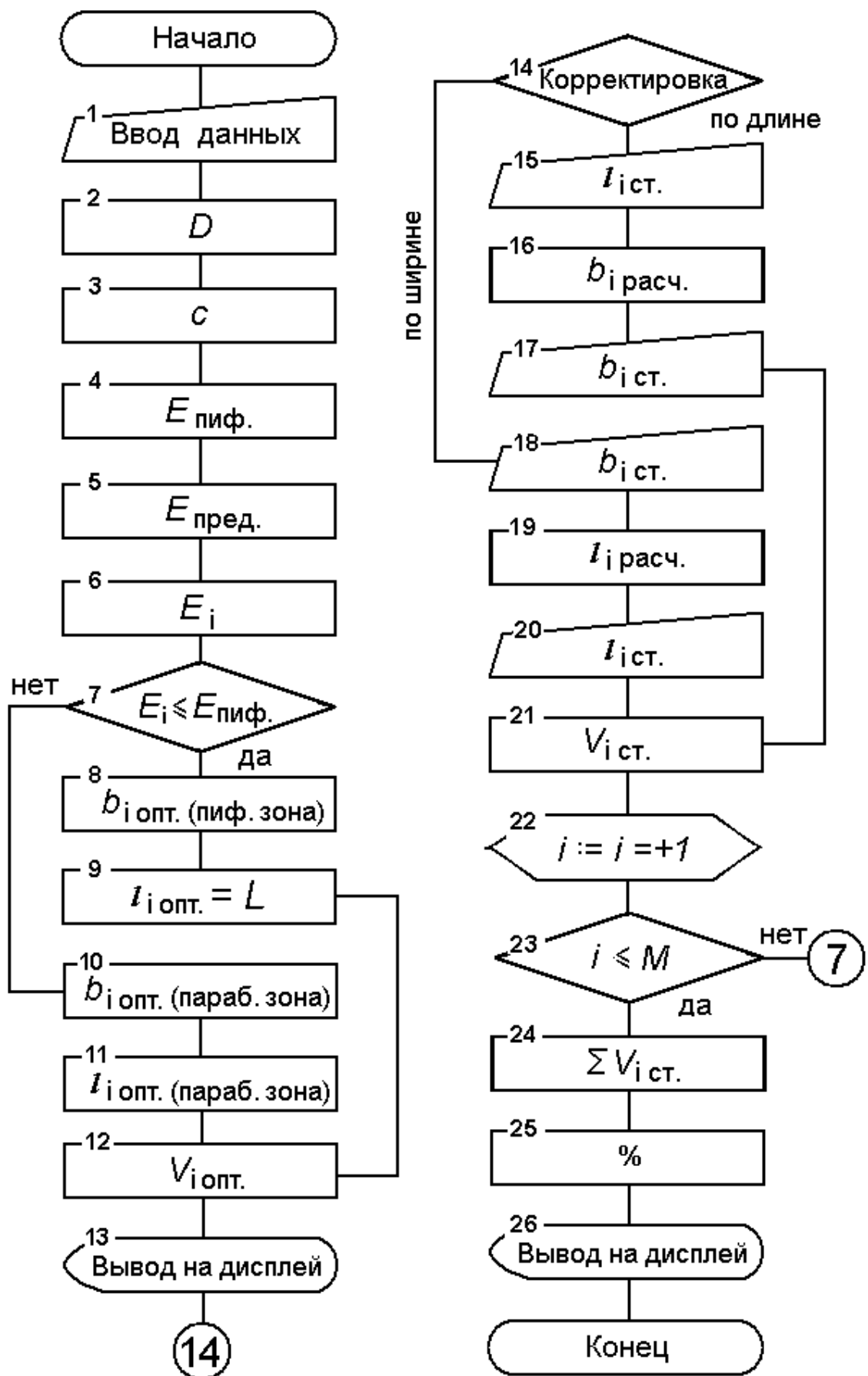


Рисунок – Блок-схема расчета поставов при распиловке бревен вразвал

g - объем бревна, m^3 ; (вводится с клавиатуры или автоматически вычисляется по приближенным формулам);

W - влажность выпиленных пиломатериалов, %;

l_{min} - минимальная длина выпиленной доски, м;

b_{min} - минимальная ширина выпиленной доски, мм.

i - количество пар симметрично выпиленных досок, $i = 1 \dots M$, шт;

a_i - толщина i -ой доски, мм.

Переход к блоку 2.

2. Вычисление величины диаметра бревна в комле D , см. Переход к блоку 3.

3. Вычисление величины сбег бревен, c , мм/м; Переход к блоку 4.

4. Вычисление величины пифагорической зоны бревна $E_{пиф.}$, мм; Переход к блоку 5.

5. Вычисление величины предельного охвата диаметра бревна поставом $E_{пред.}$, мм. Переход к блоку 6.

6. Вычисление величины охвата поставом i -ой пары симметричных досок E_i , мм. Переход к блоку 7.

7. Проверка условия $E_i \leq E_{пиф.}$, нахождение i -ой пары симметрично выпиленных досок в зоне $E_{пиф.}$.

Если да (пифагорическая зона), то переход к блоку 8.

Если нет (параболическая зона), то переход к блоку 10.

8. Вычисление **оптимальной** ширины i -ой доски в пифагорической зоне бревна. Переход к блоку 9.

9. Оптимальная длина доски в пифагорической зоне равна длине бревна. Переход к блоку 12.

10. Вычисление **оптимальной** ширины i -ой доски в параболической зоне бревна. Переход к блоку 11.

11. Вычисление **оптимальной** длины i -ой доски в параболической зоне бревна. Переход к блоку 12.

12. Вычисление объема i -ой доски **оптимальных** размеров $V_{i\text{ опт.}}$, m^3 . Переход к блоку 13.

13. Вывод результата вычислений объема i -ой доски оптимальных размеров $V_{i\text{ опт.}}$ на экран монитора. Переход к блоку 14.

14. Выбор варианта корректировки оптимальных размеров выпиленных досок с целью согласования их со спецификационным заданием потребителя или с сеткой размеров соответствующего стандарта.

Если будет выбран вариант пересчета ширины i -ой доски по выбранной стандартной длине, то переход к блоку 15.

Если будет выбран вариант пересчета по длине i -ой доски по выбранной стандартной ширине, то переход к блоку 18.

15. Ввод величины выбранной стандартной длины i -ой доски, м. Переход к блоку 16.

16. Пересчет ширины i -ой доски по выбранной в блоке 15 стандартной длине. Переход к блоку 17.

17. Выбор ближайшей стандартной ширины i -ой доски по результатам пересчета в блоке 16. Переход к блоку 21.

18. Ввод величины выбранной стандартной ширины i -ой доски, мм. Переход к блоку 19.
19. Пересчет длины i -ой доски по выбранной в блоке 18 ее стандартной ширине. Переход к блоку 20.
20. Выбор ближайшей стандартной длины i -ой доски по результатам перерасчета в блоке 19. Переход к блоку 21.
21. Вычисление объема i -ой доски **стандартных** размеров $V_{i \text{ ст.}}$, м³. Переход к блоку 22.
22. Переход к определению размеров очередной доски. Переход к блоку 23.
23. Проверка условия на окончание перебора толщин досок выпиливаемых в поставе. Если определены размеры всех досок, то переход к блоку 24, если нет, то переход к блоку 7.
24. Вычисление суммарного объема выпиливаемых обрезных пиломатериалов, м³. Переход к блоку 25.
25. Вычисление объемного выхода пиломатериалов из бревна, %. Переход к блоку 26.
26. Вывод результатов расчетов в виде таблицы на экран монитора.

Конец.

Следует отметить, что внедрение вычислительной техники в учебный процесс принципиально меняет акценты методики обучения, перенося значительную часть утомительной однообразной расчетной работы на ПК и высвобождая время для углубленной и творческой оценки результатов проведенных исследований.

Заложенная в программе возможность согласования оптимальных размеров выпиливаемых обрезных досок с требованиями отечественных и зарубежных стандартов или спецификационных заданий потребителей, позволяет проводить оперативный анализ полученных результатов, вести их сравнение и на его основании выбирать наилучшие схемы раскроя с наибольшим объемным выходом пиломатериалов, а при внедрении в производство разработанных программ, рационально и бережно использовать лесные ресурсы государства.

Библиографический список

1. Шапиро, Д.Ф. Лесопильно-строгальное производство [Текст] / Д.Ф. Шапиро - Л.: Гослестехиздат, 1935. - С. 88 - 97.
2. Аксенов, П.П. Теоретические основы раскроя пиловочного сырья [Текст] / П.П. Аксенов, - М. - Л.: Гослесбумиздат, 1960. - 216 с.
3. Аксенов, П.П. Коэффициенты использования поперечных сечений необрезных досок [Текст] / П.П. Аксенов // Лесоинженерное дело. -1958. - № 1. - С. 121 - 125. - (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Аксенов, П.П. Коэффициенты использования сбеговой зоны необрезных досок [Текст] / П.П. Аксенов // Лесоинженерное дело. - 1958. - № 1. - С. 126 - 130. - (Изв. высш. учеб. заведений).
5. Батин, Н.А. Влияние ширины поставы, количества пар досок в поставе и ширины пропила на полезный выход пиломатериалов при распиловке бревен вразвал [Текст] / Н.А. Батин // Лесн. журнал. - 1960. - № 5. - С. 165 - 168. - (Изв. высш. учеб. заведений).

6. Батин, Н.А. Практические графики и вспомогательные таблицы для составления и расчета поставов на распиловку бревен [Текст] / Н.А. Батин, А.Г. Лахтанов, Ю.А. Бруевич. -М.: Лесн. пром-сть, 1966. - 104 с.

7. Батин, Н.А. Теоретические основы раскрыя сегмента на обрезные пиломатериалы [Текст] / Н.А. Батин., В.Г. Уласовец // Механич. техн. др-ны. - Минск: Вышэйшая шк., 1983. - Вып. 13. - С. 3 - 7.

8. Уласовец, В.Г. Применение ЭВМ при составлении поставов по геометрическому признаку экстремума [Текст] / В.Г. Уласовец В.Г; БТИ. - Минск, 1978. - 19 с. - Библиогр.: с. 19. - Деп. в ВНИПИЭИлеспром 1978, № 394 д.

9. Ulasovets, V.G. The influence of log cutting methods on the size and volume indexes of sawn unedged boards [Текст] / V.G. Ulasovets // Drewno-Wood. - Poznan: Inst. Technol. Drew., 2006. - Vol. 49. - Nr. 176. - P. 21 - 36.

Ушакова С.Ю., Хусаинов И.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ВЫДЕЛЕНИЯ СМОЛЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

THE ALLOCATION RESIN PROCESS ANALYSIS ON WOOD SURFACE

На территории Урала производится продукция из древесины преимущественно хвойных пород (сосна, ель, лиственница и др.). Хвойные деревья произрастают в большом количестве, имеют неплохие физические характеристики: прочность, упругость и красивую текстуру. Однако существуют и недостатки, один из которых – это наличие в составе древесины смолы.

Присутствие в древесине смолистых веществ ведет к быстрому износу инструмента, дополнительным трудностям при обработке древесины, затруднению формирования защитно-декоративного покрытия изделия и понижению качества уже готовой продукции. Все это приносит большие убытки предприятиям по переработке древесины.

Эта проблема известна долгое время, но эффективного решения все еще не найдено. Одним из способов обессмоливания древесины является растворение и омыливание смолы с поверхности древесины, но применяемые способы устраниают смолу только с поверхности и не гарантируют то, что смола под действием каких-либо внешних факторов (климатических) вновь не выйдет на поверхность и не нарушит защитно-декоративное покрытие.

В настоящее время ведущие фирмы в области производства лакокрасочных материалов разрабатывают новые средства для «борьбы» со смолой (специальные изолирующие грунты, силеры, лаки). Отличительная особенность новых средств от ранее существующих заключается в том, что они изолируют смолу внутри подложки и препятствуют ее выходу на поверхность. Однако результаты проведенных экспериментов показали, что не все изолирующие средства дают желаемый результат.

Смола – это разнородная смесь смоляных кислот, жирных кислот, эфиров этих кислот, стеролов, спиртов, восков и резенов. Большая часть смол выделяется в специальные ходы – смоляные ходы (рис. 1) с окружающим их слоем паренхимных клеток. Они представляют собой узкие, заполненные смолой каналы. По направлению смоляные ходы различают вертикальные и горизонтальные. В целом пересекающиеся вертикальные и горизонтальные смоляные ходы образуют единую смолоносную систему [1].

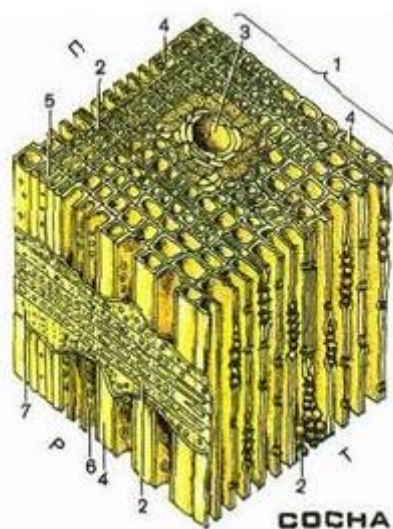


Рисунок 1 – Макроскопическое строение древесины сосны обыкновенной:
 1 – годичный слой, 2 – сердцевинные лучи, 3 – вертикальный смоляной ход, 4 – ранние трахеиды, 5 – поздняя трахеида, 6 – окаймленная пора, 7 – лучевая трахеида

Смоляные ходы включают два или три слоя клеток. У вертикальных ходов внутренний слой представляет собой клетки эпителия, выделяющие смолу. За этими клетками, выстилающими полость хода, следует слой пустых мертвых клеток, а снаружи находится слой живых клеток сопровождающей паренхимы. Горизонтальные ходы проходят в сердцевинных лучах и поэтому состоят только из клеток эпителия и слоя мертвых клеток. Клетки эпителия имеют тонкие оболочки и выглядят как пузыри, вдающиеся в канал хода. Когда ход заполнен смолой, выстилающие клетки вследствие большого давления сплющиваются и прижимаются к стенкам канала. Наиболее крупные смоляные ходы у кедра, поменьше у сосны и лиственницы, длина ходов в пределах 10...80 см [2].

Содержание экстрактивных веществ в растениях связано с физиологическими процессами их дыхания и роста. Экспериментально доказано, что содержание эфирного экстракта максимально осенью-зимой и минимально весной-летом, т. к. смола расходуется во время интенсивного роста растения. Таким образом, можно сделать вывод, что подавляющее большинство смоляных ходов расположено в поздней древесине [1].

В ходе научной работы были проведены исследования и сделаны снимки с различным увеличением образцов древесины сосны обыкновенной (влажность 8 %), на растровом электронном микроскопе (РЭМ) JSM6390LA фирмы JEOL (Япония).

При сравнении двух участков древесины одинаковой площади (рис. 2 и рис. 3) наблюдается разное количество смоляных ходов. Поздняя древесина обладает большим числом смоляных ходов, чем ранняя, что и было предположено выше.

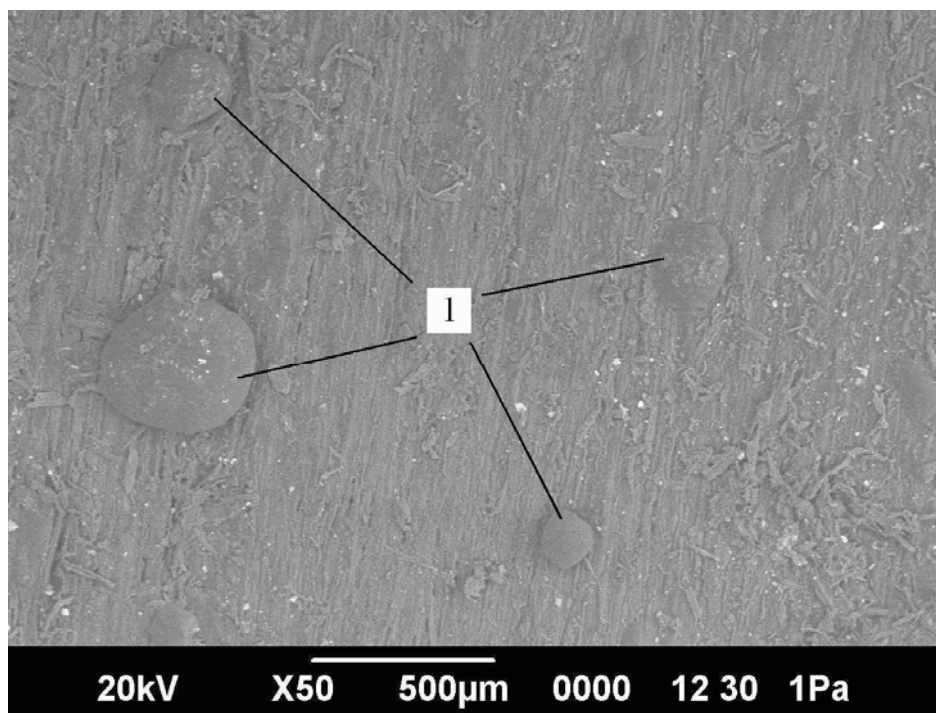


Рисунок 2 – Продольный разрез поздней древесины сосны, увеличение в 50 раз:
1 – горизонтальные смоляные ходы

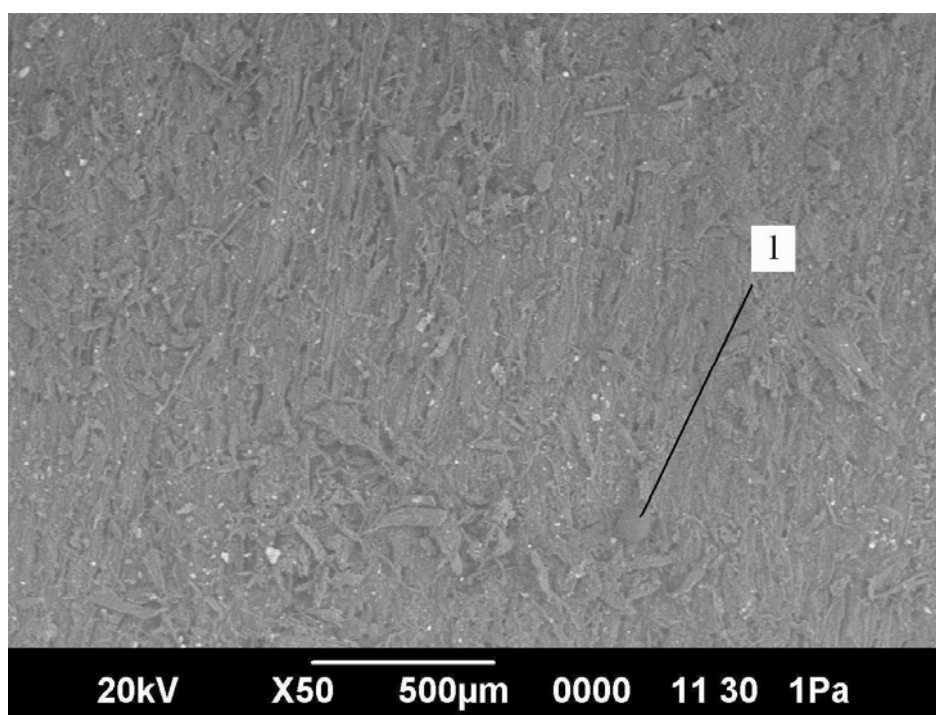


Рисунок 3 – Продольный разрез ранней древесины сосны, увеличение в 50 раз:
1 – горизонтальный смоляной ход

Проанализируем процесс выхода смолы на поверхность древесины сосны обыкновенной при продольной и поперечной распиловке.

На продольном разрезе (рис. 4) горизонтальные смоляные ходы имеют форму окружности, реже – овала; вертикальные ходы встречаются редко, выглядят как темные

продольные черточки. На фотографии видно, что выделение смолы, как из горизонтальных, так и из вертикальных смоляных ходов очень слабое.

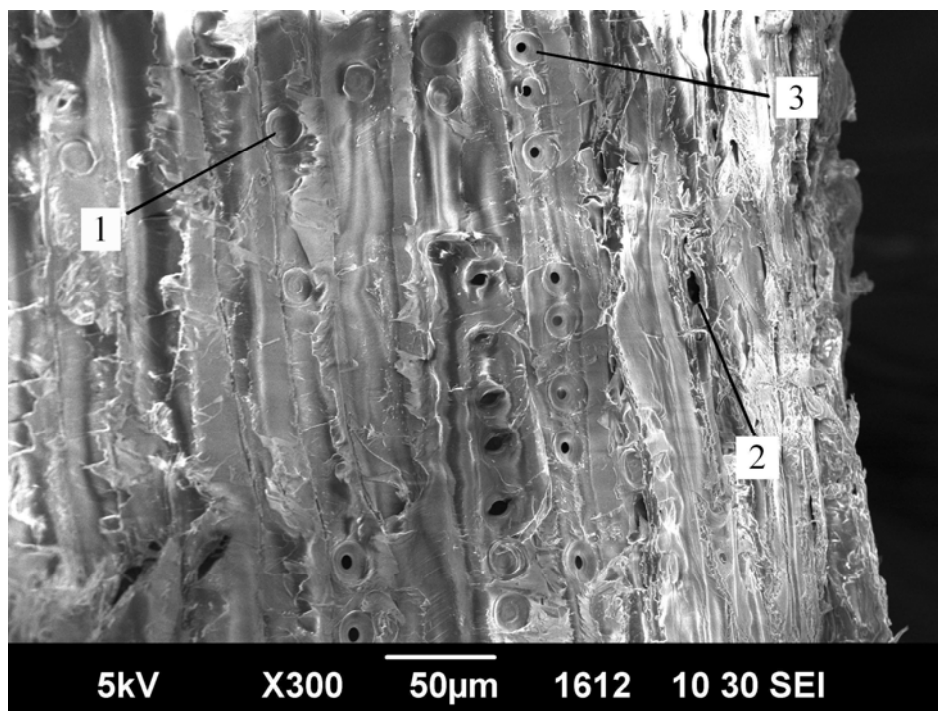


Рисунок 4 – Продольный разрез древесины сосны, увеличение в 300 раз: 1 – горизонтальный смоляной ход, 2 – вертикальный смоляной ход, 3 – сердцевинный луч

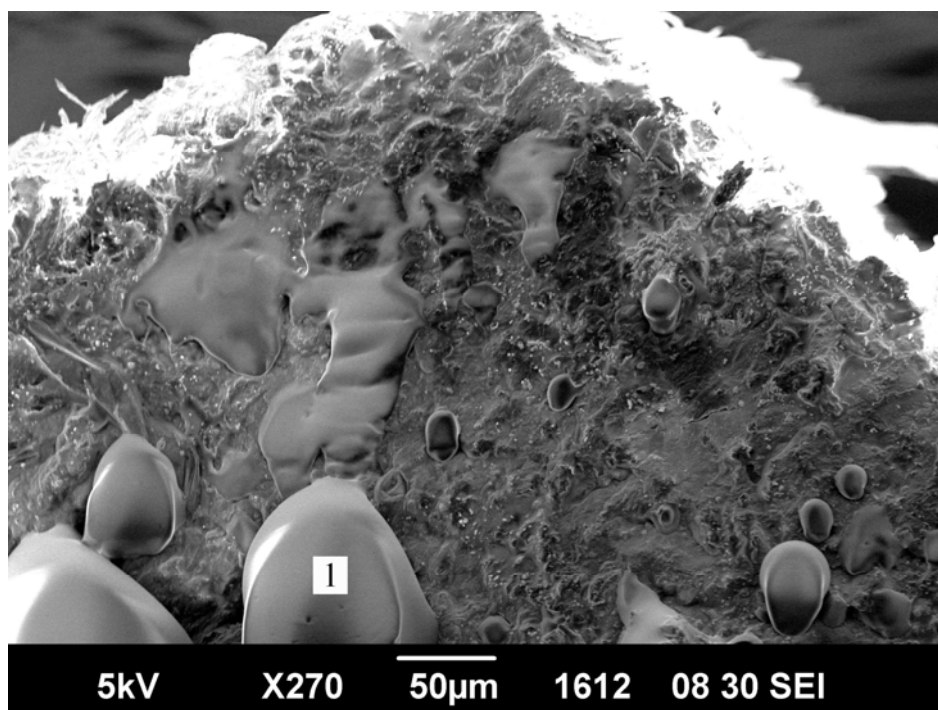


Рисунок 5 – Поперечный разрез древесины сосны, увеличение в 270 раз: 1 – смола, вытекающая из вертикального смоляного хода

На поперечном разрезе образца (рис. 5) количество вертикальных смоляных ходов резко возрастает. По форме капли можно явно наблюдать обильное истечение смолы. Это дает основание предполагать, что в процессе эксплуатации готового изделия смола будет продолжать выходить на поверхность, тем самым, нарушая защитно-декоративное покрытие.

В ходе проведения анализа стало ясно, что смола выходит на поверхность покрытия намного интенсивнее с поперечных разрезов, чем с продольных из-за различной концентрации смоляных ходов. Следовательно, на производстве предпочтительнее использовать распиловку параллельно образующей.

Библиографический список

1. Иванов, М.А. Смолистые вещества древесины и целлюлозы [Текст] / М.А. Иванов. – М.: Лесная промышленность, 1968.
2. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: Учебник для лесотехнических вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: МГУЛ, 2002.

Федоренчик А.С., Жарский И.М. (БГТУ, г. Минск, Беларусь)

root@bstu.unibel.by

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И СКЛАДИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА

*ADVANCED MANUFACTURINGS, MACHINES AND EQUIPMENT FOR
LOGGING, TRANSPORTATION AND STORAGE OF FUEL WOOD*

Чрезмерное расходование природных богатств привело к тому, что их истощение может произойти в пределах жизни одного поколения. Кроме того, если и далее органические топлива по традиционным технологиям, то загрязнение окружающие среды сделает невозможным существование самого человека на земле. Выход из возможного энергетического и экологического кризиса развитые государства видят не в экстенсивном пути развития экономик, когда с огромной быстротой расходуются богатства, накопленные природой за сотни и миллионы лет, а в энергосберегающей политике, в умении использовать возобновляемые источники энергии, которые являются практически неистощимыми. Потенциально возможное использование возобновляемых древесных ресурсов, прежде всего маломерной низкокачественной древесины и древесных отходов в качестве топлива также может обеспечить заметный прирост собственного энергетического потенциала многих лесопромышленных стран.

Учитывая, что свыше 40% от мирового объема добываемой древесины используется в качестве топлива, в целях выявления перспективных технологий, машин и оборудования для его заготовки, транспортировки и складирования нами выполнена классификация древесного топлива (рисунок 1) [1].

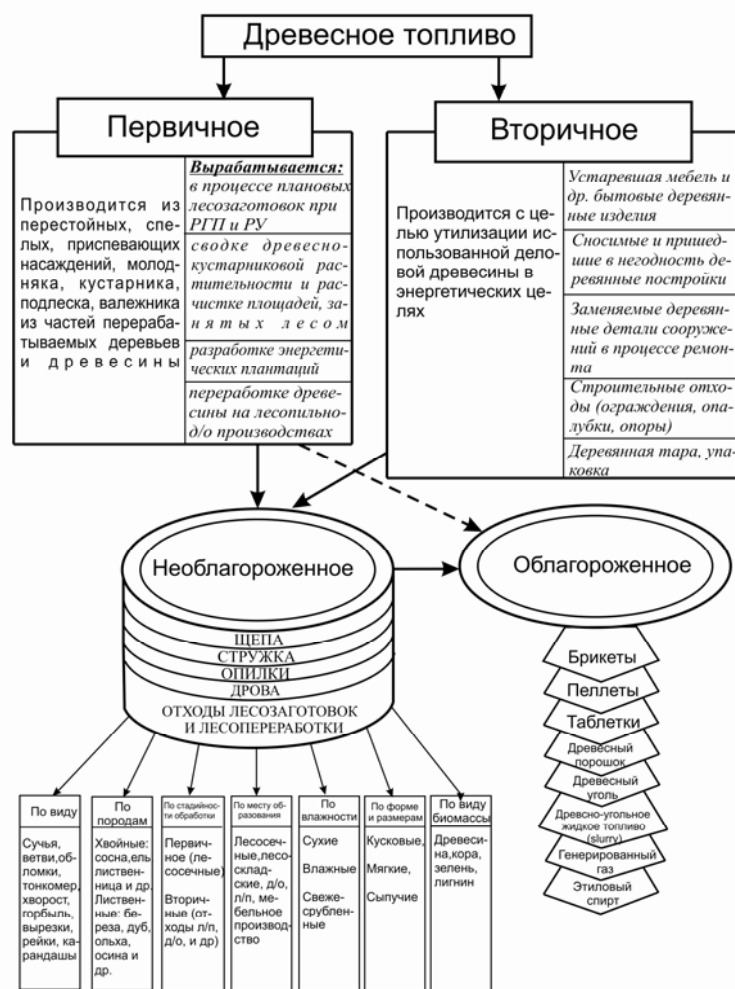


Рисунок 1 – Классификация древесного топлива

В работе рассматриваются, прежде всего, многоаспектные вопросы эффективно-го использования первичного необлагороженного древесного топлива, на которое отсутствует технологический спрос и которое малопригодно для промышленного использования.

Наряду с **раздельным** и **самостоятельным** методами заготовки топливной древесины, как показывает опыт развитых европейских стран, наиболее перспективным является **комплексный**. Он может быть реализован при вывозке из лесосек деревьев, хлыстов, сортиментов, пилопродукции, частей деревьев. Природные факторы создают и характеризуют условия работы и предмет труда. Система рубок определяет объемы рубок и организационно-технологические элементы. Система машин является орудием труда. Технологии определяют процесс производства лесоматериалов и топлива по месту и времени. Технология разработки пасеки определяет порядок и место выполнения технологических операций. Для делянки решается задача расположения магистральных и пасечных волоков, а следовательно, расположения пасек и порядка их разработки. Основной задачей технологического освоения лесосеки является расположение лесовозных усов, определяющих порядок разработки и расположения делянок. При поквартальном или блочном методах освоения участков лесного фонда решается задача расположения лесовозных усов и веток, погрузочных пунктов и промежуточных скла-

дов. Формирование первичной транспортной сети в лесных массивах и унификация технологических процессов рубок ухода и главного пользования особенно актуальны в рамках удешевления стоимости заготовки топливного сырья, так как позволяют не только использовать одинаковые системы машин, концентрировать объемы работ, но и использовать общие промежуточные склады с меньшим их количеством для накопления различных видов отходов, их подсушки, последующего измельчения и тем самым сокращать грузовую работу лесовозного транспорта.

Создание промежуточных складов оптимальной вместимости в свою очередь: делает технологический процесс гибким; позволяет организовать в течение года более ритмичную подачу древесного топлива на энергопредприятия при ярко выраженном сезонном характере его потребления и круглогодичной заготовке; создает предпосылки для уменьшения численности транспортной техники и более полной ее загрузки; повышает эффективность и условия работы тяжелых дорогостоящих мобильных рубильных машин и щеповозов; однако требует дополнительных средств на обустройство складов и увеличивает число перегрузочных операций.

Особая роль в построении прогрессивных технологий заготовки и производства древесного топлива принадлежит лесозаготовительным машинам. Эффективное функционирование машин и механизмов невозможно без формирования из них определенной системы. Под **системой машин для производства топливной щепы** понимают совокупность машин и оборудования для выполнения необходимых операций, взаимно увязанных по техническим, технологическим эксплуатационным параметрам и обеспечивающих щепы (лесоматериалов) в заданных природно-производственных условиях в установленные сроки с требуемыми экономическими показателями при соблюдении природоохранных мероприятий. Среди специальных требований, предъявляемых к системам машин для производства топливной щепы, отметим одно: они должны обеспечивать перемещение заготовленного энергосырья в полностью погруженном или подвешенном положении, исключая его соприкосновение с поверхностью почвы.

Место измельчения древесной биомассы в производственной цепочке определяет вид и состояние ее во время транспортировки и, следовательно, зависимость друг от друга машин последующего цикла. Оно же в определенной степени влияет и на технологию работ машин предыдущего цикла. Измельчение может осуществляться по месту рубки на лесосеке, на придорожной либо погрузочной площадке, на терминале (промежуточном складе) или у потребителя [2].

Измельчение на лесосеке основывается на применении машины для измельчения древесных отходов, которая измельчает их в щепу, подавая ее в собственный контейнер. По мере заполнения контейнера щепой, машина перевозит ее на погрузочный пункт либо придорожную площадку, где перегружает ее путем опрокидывания в большой съемный контейнер или кузов щеповоза. Далее щепы транспортируются потребителю, а машина возвращается для измельчения отходов на щепу на лесосеку. Разновидностью данного процесса может явиться применение многооперационной машины: той же рубильной с бункером, но дополненной харвесторной головкой. Тогда срезав дерево и выпилив из комлевой части ствола деловые сортименты, машина верхнюю часть дерева (фаутное целое дерево) измельчает на щепу с загрузкой собственного контейнера.

В случае проведения рубок промежуточного пользования в молодых насаждениях измельчение тонкомерных деревьев на технологических коридорах (магистральных волоках) может выполняться рубильной машиной с приводом от механизма отбора мощности трактора и оснащенной прицепным контейнером.

При измельчении сырья на придорожной либо погрузочной площадке лесосечные отходы свозятся туда с прилегающей территории в течении всего года. Для подвозки отходов используются погрузочно-транспортные машины (форвардеры или тракторные тележки). Отходы складированы и высушиваются, что дает возможность улучшить качество топлива. Измельчение отходов в щепу может производиться круглосуточно. Доставка щепы осуществляется при помощи обычных щеповозов. Особенность работы системы состоит в том, что топливная щепка должна подаваться непосредственно в прицепы для дальних перевоз без ее складирования на погрузочной площадке. В условиях разрозненных и децентрализованных лесосек разновидностью данной схемы может стать использование и для измельчения и для вывозки рубильно-транспортной машины на базе автомобиля. Ее применение исключает частые перебазировки рубильной машины и повышает эффективность функционирования технологической цепочки в целом.

При заготовке тонкомерной древесины срезание растущих деревьев проводят либо вручную, либо харвесторами, оснащенными накопительными головками, подбирающими тонкие стволы в пучки. Режущим органом у них служат ножи силового резания (гильотина).

Наряду с погрузочно-транспортной машиной, осуществляющей подвозку маломерных деревьев на погрузочную площадку, в последнее время стали использовать харвардер, т.е. форвардер, захват манипулятора которого совмещен с режущей головкой. Это позволяет ему срезать, подбирать, укладывать на себя и подвозить деревца на площадку для последующего измельчения на топливную щепу.

Этапы работы при измельчении древесного сырья на терминале (промежуточном складе) аналогичны этапам производства щепы при измельчении на погрузочной площадке. Технологическая цепочка включает перевозку энергетического сырья по местности, его складирование, сушку, измельчение и перевозку топливной щепы дорожным транспортом потребителю.

При переработке отходов лесозаготовок на складе у потребителя есть возможность применять стационарное высокопроизводительное оборудование с электроприводом, что в ряде случаев удешевляет процесс. На крупных складах легче контролировать качество топлива и сортировать его по фракциям. Перевозить древесное энергетическое сырье на конечный склад можно в исходном виде.

Перспективной альтернативой транспортировки неуплотненного исходного сырья на дальнее расстояние является его пакетирование и измельчение на складе у потребителя. Такая система позволяет транспортировать тюки из лесосечных отходов вместе с товарной древесиной, например, балансами. В Финляндии на некоторые предприятия спрессованные лесосечные отходы доставляются железнодорожным транспортом. Наиболее эффективным методом является выгрузка тюков из лесосечных отходов непосредственно из лесовоза на стол подачи сырья дробильной машины. Данная система проявляет свои преимущества при больших объемах производства древесного топлива.

При продолжающемся повышении цен на топливо могут стать экономически выгодными и практически не используемые до сих пор пни и корни. Выкорчеванные с помощью экскаватора или корчевателя после проведения сплошнолесосечной рубки они собираются переоборудованными погрузочно-транспортными машинами и перевозятся автопоездами с закрытыми кузовами. Для их измельчения следует применять расщепляюще-дробильные установки, поскольку включения в виде земли и камней быстро выводят из строя ножи и резцы рубильных машин. Включения вызывают проблемы и при сжигании, увеличивая зольность и риск шлакования и забивания колосников.

Основываясь на передовой зарубежный опыт и сформулированные принципы построения технологического процесса применительно к условиям Республики Беларусь был разработан комплекс технологических схем для производства топливной щепы при проведении всех видов рубок в лесу, на промежуточном складе и у потребителя [3]. Пример разработанной и внедренной на нижнем складе Вилейского лесхоза схемы производства топливной щепы с годовым объемом 60 тыс. плотных м³ приведен на рисунке 2.

Особенностью большинства разработанных схем является то, что они ориентированы на отечественные системы машин и позволяют обеспечить производство топливной щепы в широком объемном диапазоне.

Ведущими в цепочке лесозаготовок являются системы «харвестер+форвардер». Созданный параметрический ряд белорусских валочно-сучкорезно-раскряжевовочных и погрузочно-транспортных машин позволяет осуществлять как рубки главного, так и промежуточного пользования. Отличительной особенностью этих машин является колесная база, наличие специализированного шасси с ломающейся рамой и применение, как правило, зарубежного навесного технологического оборудования, что с одной стороны повышает их эксплуатационную надежность, а с другой уменьшает стоимость.

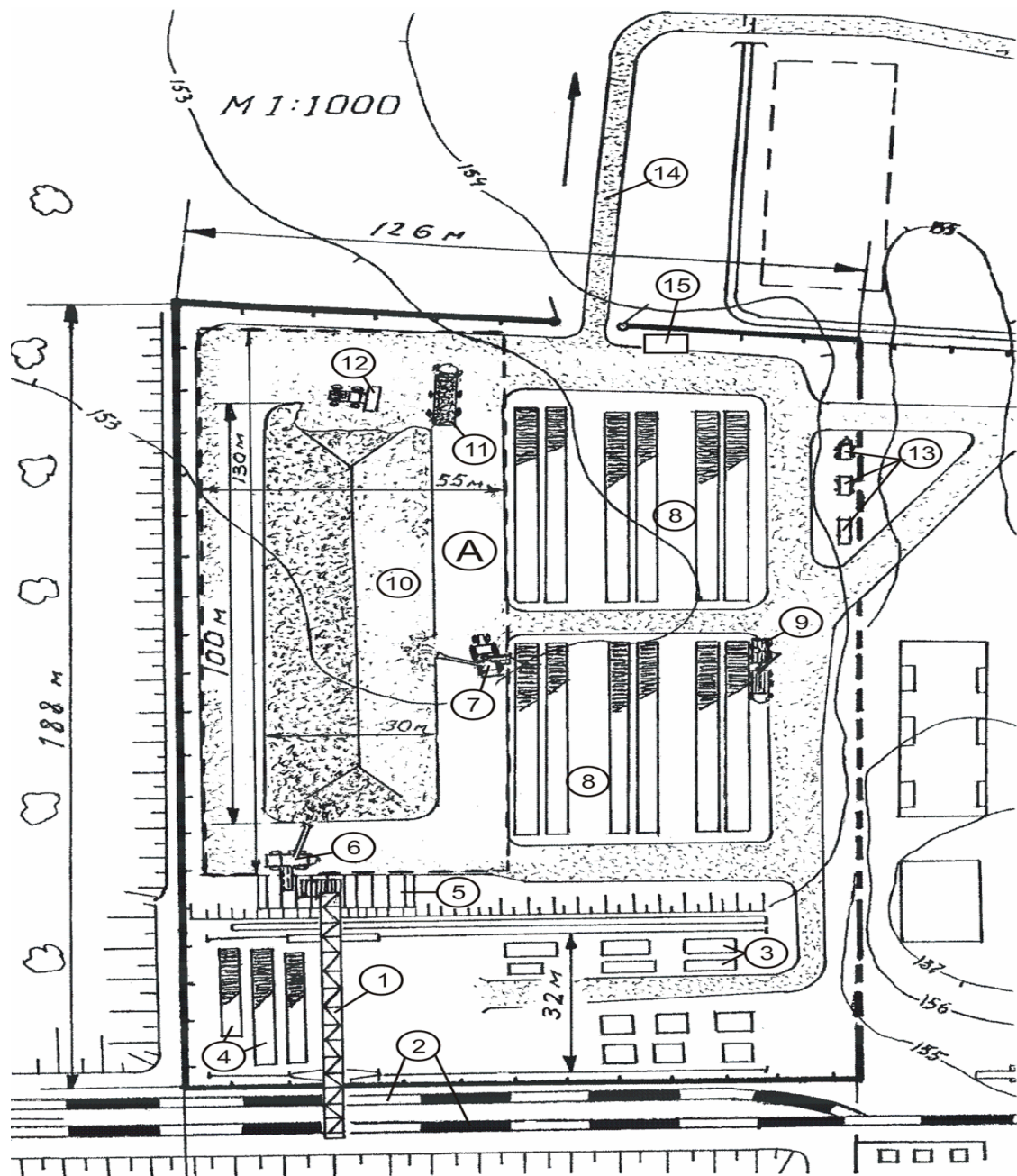
Данные машины позволяют осуществлять комплексный метод заготовительных работ при котором процесс производства топливной щепы на лесосеке из малоценных пород, кустарника, отходов лесозаготовок является органическим продолжением существующих процессов лесозаготовок. Наряду со специальными приемами работы в этом случае они должны иметь некоторые конструктивные особенности:

- срезание тонкомерной древесины целесообразно осуществлять валочными головками, оборудованными накопителем, позволяющим пакетировать сразу несколько деревьев;

- наилучшей моделью захвата манипулятора для сбора и складирования отходов лесозаготовок является пальцевый;

- сбор и транспортировку лесосечных отходов лучше выполнять погрузочно-транспортными машинами с расширенным грузовым пространством. Выполненные исследования показали, что наращивание высоты стоек коника в 1,5 раза машины МПТЛ-5-11 увеличивает ее статическую загрузку в зависимости от длины загружаемых отходов в 1,25–1,8 раза;

- учитывая малый коэффициент полндревесности лесосечных отходов 0,056–0,1, складированных и перевозимых погрузочно-транспортными машинами на расстояние более 1 км целесообразно вместо кониковых опор иметь раздвижные сжимающие борта.



А – специально спрофилированная заасфальтированная площадка для размещения бурта топливной щепы; 1 – консольно-козловой кран ККС-10; 2 – отгрузочные железнодорожные тупики; 3 – штабели лесоматериалов и пакеты пиломатериалов, ожидающие отгрузки; 4 – штабели низкокачественного сырья в подкрановом пространстве; 5 – эстакада для подачи сырья в рубку к передвижной рубильной машине; 6 – передвижная рубильная машина, измельчающая сырье, выгружаемое и подаваемое краном ККС-10; 7 – передвижная рубильная машина, измельчающая сырье, хранимое в штабелях; 8 – штабели низкокачественного древесного сырья; 9 – сортиментовоз, выгружающий доставленное сырье в штабели; 10 – бурт для складирования основной массы топливной щепы; 11 – автощеповоз под погрузкой (или выгружающий доставленную для хранения щепу); 12 – ковшовый колесный погрузчик; 13 – бытовые помещения, передвижная мастерская, будка мастера и др.; 14 – основная грузовая дорога на склад и со склада; 15 – проходная

Рисунок 2 – Технологическая схема производства топливной щепы, ее складирования, хранения и отгрузки потребителю на нижнем складе Вилейского лесхоза с использованием передвижных рубильных машин

Выполненная классификация и анализ конструкций рубильных машин зарубежного производства и технологий их применения показал, что в настоящее время наиболее широкое распространение при измельчении низкокачественного сырья и отходов лесозаготовок получили мобильные машины барабанного типа, позволяющие получить топливную щепу приемлемого качества при широком варьировании параметров измельчаемого сырья и меньшей себестоимости. Обладая мощностью от 100 до 300 кВт они выполняются как прицепные и самоходные и обладают производительностью от 20 до 250 м³ щепы в час.

Отечественные рубильные машины на первом этапе освоения комплексных технологий лесозаготовок с производством топливной щепы позволяют измельчать практически все виды сырья без подготовительных операций на лесосеке, промежуточном и межсезонном складах, а также на складах котельной.

Проводимая в стране работа по созданию транспортных средств для перевозки и погрузки древесного топлива показала, что принципиально этот вопрос также решен. Имеется модельный ряд щеповозов способных работать как на временных и обустроенных лесных дорогах, так и дорогах общего пользования с вместимостью кузова от 10,5 до 80 м³. Среди них – полуприцеп контейнерный с мультилифтом к трактору, самосвальные полуприцепы к тракторам и автомобилям, автощеповоз с механизмом самозагрузки-разгрузки контейнерного типа «мультилифт», прицепной автопоезд-щеповоз. Широка гамма одноковшовых фронтальных погрузчиков, оснащенных гидравлическим устройством для быстрой смены рабочих органов, позволяющих работать с топливной щепой и круглыми лесоматериалами, как в складских помещениях, так и на открытых площадках.

Наличие отечественных технических средств для топливообеспечения энергетических объектов, работающих на древесной биомассе, предполагает их дальнейшую модернизацию и создание принципиально новых машин. Необходимы: машины для получения древесного топлива с «энергетических плантаций из быстрорастущих пород деревьев»; мобильные рубильные машины на базе автомобиля; автощеповозы (автопоезда), обеспечивающие выгрузку без подъема кузова; стационарные рубильные машины не требующие выполнения подготовительных операций с сырьем (раскряжевки и раскалывания); машины, позволяющие утилизировать пнево-корневую и «старую» (отрабатанную) древесину и т.п.

Библиографический список

1. Федоренчик А.С., Ледницкий А.В., Завойских Г.И. Древесное топливо, основные его виды и их классификация // Энергоэффективность. – Минск, 2009. - №5 – С. 10-12.
2. Федоренчик А.С., Ледницкий А.В. Международный опыт использования древесной биомассы в энергетических целях // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VI. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 1999. – Вып. V. – С. 167–172.
3. Fyedorenchik A.S., Lednitsky A.V. Equipment and technologies of combined procurement of merchantable wood with cutting wastes utilization for energy production in Belarus // FORMEC'08 // 41 International Symposium in Schmalleberg / Germany, 02–05 June 2008, p. 111–116.

Филонов А. А., Ткачева О. А., Журавлева Ю. С.

(ВГЛТА, г. Воронеж, РФ)

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛИЦОВЫВАНИЯ
ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ СТРОГАНЫМ ШПОНОМ
NEW TECHNOLOGIES PRESSING PARTICLEBOARD PLATES WHITE
THE SLICED VENEER**

Современный рынок корпусной мебели в основном представлен продукцией изготовленной из древесностружечных плит (ДСтП) облицованных синтетическими материалами. Появление современных высокотехнологичных синтетических материалов, используемых в изготовлении мебели, значительно упростило процесс производства, помогло обеспечить удовлетворение массового спроса, но не смогло истребить в людях тягу к естественной и неповторимой красоте натуральной древесины. Синтетические материалы, несмотря на широкое разнообразие декоров, дают лишь циклическое повторение определенного рисунка и неспособны полностью воспроизвести индивидуальность живого дерева. Однако всем известно, что мебель из массива древесины или облицованная строганым шпоном доступна сегодня лишь достаточно узкому кругу покупателей.

Продукция мебельной промышленности является одной из наиболее материалоемких. Высокий удельный вес потребляемых природных материалов выдвигает проблему их экономии в связи с необходимостью сохранения лесных богатств, которая на современном этапе приобрела экологический характер.

Нами предложена новая технология облицовывания, согласно которой клей наносится не на основу, а на шпон с последующей подсушкой до отлипа и напрессовыванием на основу. Клей может наноситься путем пропитки или клеенаносящими вальцами. При контакте с горячими плитами пресса клеевая пленка расплавляется, смачивает поверхность основы и отверждается, в результате чего образуется прочная связь облицовочного слоя с основой. Одновременно на лицевой поверхности образуется защитно-декоративная пленка.

Рассмотрим основные стадии процесса производства мебельных деталей из ДСтП облицованных строганым шпоном традиционного технологического процесса облицовывания и по новой технологии (рис. 1 и 2).

Процесс облицовывания состоит из следующих основных стадий: подготовка основы, подготовка облицовки и наклеивание облицовки на основу.

Раскрой древесностружечных плит производится на форматно-обрезных станках (на многопильных с пилами продольного и поперечного резания, специальных однопильных) по типовому режиму.

Калибрование заготовок из ДСтП по толщине производится методом шлифования двух плоскостей.

Подготовка облицовок из шпона по типовому режиму состоит из операции по его раскрою, набору и ребросклеиванию.

Раскрой шпона осуществляется по РМ 07-07-94. Материал для раскроя должен соответствовать ГОСТ 2977-82 «Шпон строганный» при толщине 0,4-1,15 мм и влажности $8\pm 2\%$.

По новой технологии облицовывания можно использовать шпон практически любой толщины, что позволит значительно сократить расход древесины ценных пород при его изготовлении.

Пачки шпона подбирают по породе, размерам, качеству, цветовому и текстурному рисунку древесины в соответствии с технической документацией на изделие. Шпон в пачках раскраивают по намеченным линиям сначала поперек волокон, а затем вдоль. При раскрое полосы шпона в пачке не должны смещаться. Перекос реза в направлении волокон не допускается. Поперечный и продольный раскрой пачек шпона рекомендуется выполнять гильотинными ножницами НГ-18 и НГ-30. Шероховатость поверхности кромок $R_{m\ max}$ для деталей мебели не должна превышать 32 мкм. Не допускаются зазоры между кромками полос шпона, сколы, риски, вырывы и щербинны.

Ребросклеивание осуществляется клеевой нитью, клеевой лентой и по стыку на гладкую фугу. Швы в облицовке должны быть плотными, ровными. Не допускаются расхождение и нахлестки кромок шпона, смещение текстуры древесины, отслаивание и морщины клеевой ленты, смещение клеевой нити.

Ребросклеивание тонкого шпона предпочтительнее производить по стыку на гладкую фугу. Так же можно использовать тонкую и равномерную по толщине клеевую нить, толщина ее не должна превышать 0,3 мм.

Согласно новой технологии следующими операциями являются приготовление пропиточного раствора, пропитка и сушка шпона.

Приготовление 10 %-ного водного раствора отвердителя. Рабочая рецептура следующая: аммоний хлористый 35 кг (10 %); вода 315 кг (90%). Раствор следует готовить в таком порядке: взвесить 35 кг хлористого аммония на товарных весах (цена деления 10 г); загрузить в размешивающий аппарат данное количество хлористого аммония; залить через кран 315 кг воды; включить мешалку с частотой вращения $1425\ \text{мин}^{-1}$; перемешать в течение 10-15 мин.

Приготовление пропиточного раствора. Для приготовления пропиточного раствора используют смеситель, изготовленный из нержавеющей стали. Раствор следует готовить в таком порядке: включить насос; закачать карбамидоформальдегидную смолу через счетчик для дозировки в количестве 198 л (240 кг); включить мешалку с частотой вращения $1425\ \text{мин}^{-1}$; загрузить 10 %-ный раствор хлористого аммония мерной кружкой через открытый люк бачка; отмерить 20-40 л воды в мерник; открыть трехходовой кран и слить данное количество воды в смеситель; перемешать в течение 5 мин; слить готовый раствор в запасной блок.

Пропиточный раствор проверяют в цеховой лаборатории, он должен соответствовать следующим показателям:

Температура, $^{\circ}\text{C}$	20 \pm 2
Вязкость по ВЗ-4 при 20 \pm 2, с	15
Продолжительность желатинизации при 100 $^{\circ}\text{C}$, мин	6,83-9
Концентрация водородных ионов (рН)	4,7-5,5

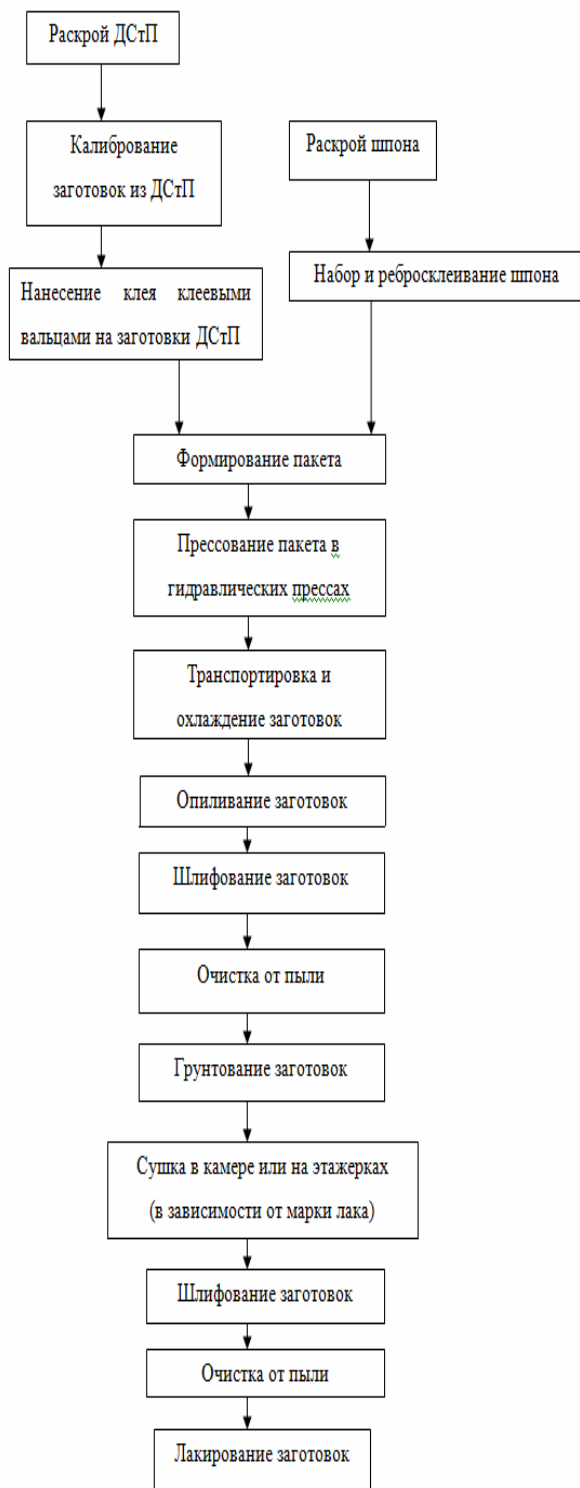


Рисунок 1 – Схема технологического процесса производства мебельных деталей по традиционной технологии

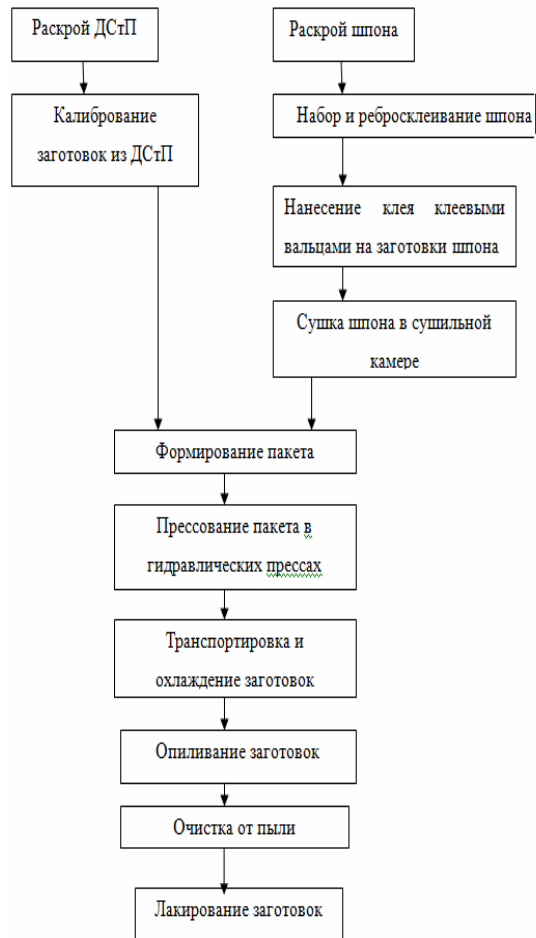


Рисунок 2 – Схема технологического процесса производства мебельных деталей по технологии облицовывания пропитанным шпоном

Для пропитки шпона используют клеевые вальцы с дозирующим устройством (рис. 4), так как опытным путем было установлено, что вследствие малой толщины шпона количество смолы, впитываемой порами древесины, незначительно, и основная масса смолы в шпоне образуется за счет налипания на поверхность и заполнения впадин микронеровностей. Таким образом, для получения качественной поверхности и

прочного клеевого соединения шпона с основой можно использовать высококонцентрированную смолу и исключить пропитку, заменив ее двусторонним нанесением смолы на клеенаносящих вальцах при комнатной температуре, что упрощает технологию и обеспечивает возможность регулирования количества смолы в шпоне.

В сушильной камере перемещение пропитанного шпона осуществляется посредством дискового транспортера. Камера снабжена паровыми калориферами, имеет естественную циркуляцию воздуха. При сушке бумаги протекают параллельно два процесса: физический - удаление влаги и химический – поликонденсация смолы. При сушке форсируется физический процесс. С этой целью сушка ведется при повышенных температурах (до 150 °С), а в смолу для замедления ее поликонденсации (химического процесса) вводят уменьшенное количество отвердителя (0,3 %). Камера для сушки пропитанного шпона может встраиваться в линию облицовывания (рис. 3).

Высушенный пропитанный шпон поступает на участок формирования и запрессовки пакетов, либо на склад. Пропитанный шпон необходимо хранить в упакованном виде в закрытых складах, защищенных от воздействия атмосферных осадков и повышенной влаги, а так же от прямых солнечных лучей при 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не выше 65%. Не допускается хранение шпона вблизи источников тепла. Срок годности пропитанного шпона – 1,2 месяца.

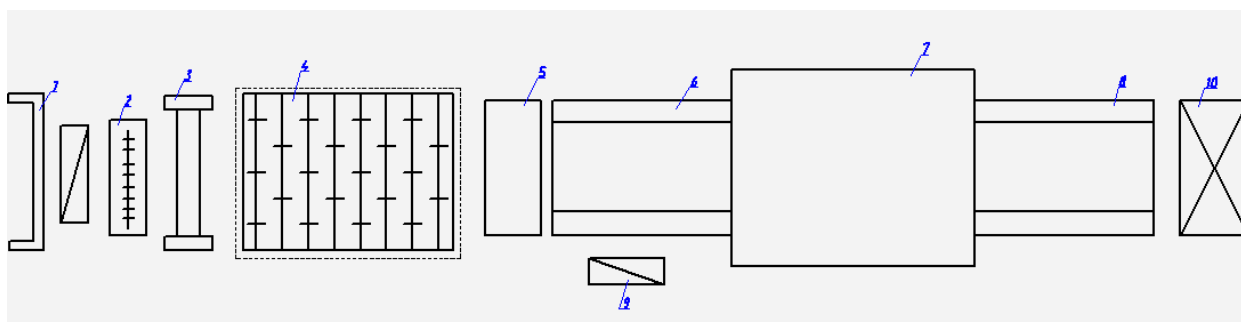


Рисунок 3 – Линия облицовывания мебельных щитов:

- 1 – питатель; 2 – щеточный станок; 3 – клеенаносящий станок; 4 – дисковый конвейер, установленный внутри сушильной камеры; 5 – формирующий конвейер; 6, 8 – ленточный конвейер; 7 – пресс; 9 – заготовки ДСтП; 10 - конвейер укладчик

Прессование пакетов происходит в одно- и многопролетных прессах. Процесс состоит из следующих периодов: I - подъем давления, I I – прессование при постоянном давлении и температуре, I I I – спуск давления. Схематически это изображено на рисунке 4.

Температура плит пресса практически постоянна в течение всего цикла прессования. Формирование покрытия происходит в 4 стадии. Температура в пропитанном шпоне быстро поднимается и стабилизируется (а). Это достигается за счет того, что не применяются амортизирующие прокладки, задерживающие нагрев покрытия. Расплавление, растекание – участок (b) и отверждение смолы происходит на участке (с). Для получения глянцевых покрытий используются полированные прокладки.

Облицованные заготовки опиливают на обрезных станках в чистовой размер, облицовывают торцы деталей кромкой. Детали, облицованные пропитанным шпоном можно использовать без отделки для внутренних и нелицевых поверхностей корпусной мебели.

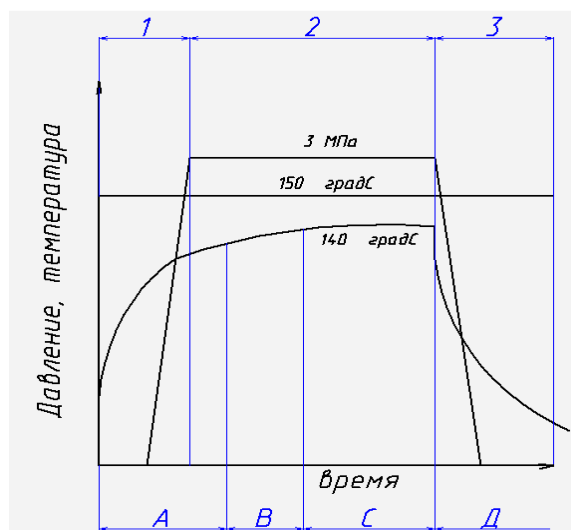


Рисунок 4 – Процесс облицовывания ДСтП пропитанным шпоном

Следует отметить, что для отделки покрытия, полученного в результате напрессования пропитанного шпона, операции шлифования поверхности перед отделкой, грунтования не требуются, так как поры и микронеровности древесины заполнены и поверхность мебельной детали выровнена под воздействием высокого давления и температуры в прессе. Крашение шпона в данном случае рекомендуется производить до его пропитки пневматическим распылением или вальцами. Таким образом, облицовывание пропитанным шпоном по новой технологии сокращает производственный цикл, при этом высвобождаются производственные площади, снижается материалоемкость и трудоемкость изделий мебели.

Подготовку к отделке и отделку изделий мебели (по типовой технологии) разделяют на следующие самостоятельные стадии: шлифование древесины, крашение, грунтование, лакирование, шлифование лаковых покрытий, полирование лаковых покрытий. Покрытия, получаемые на мебели из древесины и древесных материалов, при отделке классифицируются по ОСТ 13-27-82.

Поверхность древесины шлифуют для уменьшения неровностей, вызванных ее анатомическим строением или механической обработкой. В соответствии с отраслевыми режимами шлифования поверхности мебельных деталей подлежат трехразовому шлифованию шлифовальными шкурками разных номеров зернистости (№ 25-20; 12-10; 8). Шероховатость ее должна быть не ниже 16 мкм по параметру шероховатости R_m .

Грунтование древесины и древесных материалов применяют для сокращения расхода дорогостоящих лаков и обеспечения более прочного сцепления последующих покрытий с древесиной. В настоящее время в мебельной промышленности применяются грунтовки НК, БНК, ПМ-1. Грунтуют древесину и древесные материалы различными методами: вручную, пневматическим распылением, вальцами, наливом. После сушки покрытие шлифуется шкуркой №6 или №5 вручную или на виброшлифовальном станке.

Для создания на поверхности древесины и древесных материалов защитно-декоративного покрытия их лакируют. В общем объеме трудозатрат на отделку приходится до 40 %, поэтому внедрение новых прогрессивных материалов и совершенствование технологических процессов имеют большое значение. Высокие цены на отделоч-

ные материалы и растущий спрос на красивую добротную мебель обуславливают повышение требований к технологии производства и качеству изделий массового спроса. Их товарный вид в значительной мере определяется качеством отделки. В этих условиях экономия дорогостоящих отделочных материалов и производительность труда на операции отделки приобретает особую остроту.

Таким образом, предложенная технология облицовывания строганым шпоном имеет следующие преимущества по сравнению с традиционной:

- исключается просачивание клея на лицевую поверхность;
- возможность использования для облицовывания строганого шпона практически любой толщины, что позволит значительно сократить расход древесины ценных пород при его изготовлении;
- исключаются потери клея, связанные с отсутствием впитывания его в основу;
- исключаются операции грунтования и порозаполнения при последующей отделке;
- сокращается расход лакокрасочных материалов.

Библиографический список

1. Справочник мебельщика [Текст] : учеб. для вузов / под ред. В. П. Бухтиярова. - 3-е изд., перераб. – М. : МГУЛ, 2005. - 600с.
2. Гончаров, Н. А. Технология изделий из древесины [Текст] : учеб. для вузов / Н. А. Гончаров, В. Ю. Башинский, Б. М. Буглай. – М. : Лесная пром-сть, 1990. – 528 с.
3. Онищенко, З. А. Изготовление и применение тонкого строганого шпона [Текст] / З. А. Онищенко, И. Д. Борисков. – М. : Лесная пром-сть, 1976. – 40 с.
4. Плоткин, Л. Г. Технология и оборудование пропитки бумаги полимерами [Текст] / Л. Г. Плоткин. – М. : Лесная пром-сть, 1975. – 144 с.

Чамеев В.В., Еремеев А.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ОДНОПОТОЧНЫХ ПОТОКОВ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ С ГОЛОВНЫМ СТАНКОМ Р63-4Б И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

**MAIN TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC FACTORS OF THE WORK
ONE-LINE FLOWS OF WOOD SHOPS WITH HEAD TOOL R63-4B
AND AREA OF THEIR USING**

Проведя синхронизацию работы головного станка (ГС) лесобработывающего цеха (ЛОЦ) с предшествующими операциями [1], обосновав размеры межоперационных запасов сырья перед ГС ЛОЦ [2], синхронизировав работу станков в технологических потоках (ТП) ЛОЦ] можно приступить к следующему этапу исследований: определить технологические показатели работы ТП ЛОЦ. Исследованы пять основных структурных схем ТП ЛОЦ табл.2, составленных из наиболее распространенной в “ма-

лом» лесопилении лесопильной рамы Р63-4Б, перспективной рамы РМ-50 и обобщенного многопильного станка МНС.

Следующим логическим этапом исследований следует отнести определение пропускных способностей по сырью (сменных производительностей) $P_{см}$ и соответствующим им коэффициентов загрузки $K_3^{ГС}$ технологических потоков для размерных групп сырья $d_{СГ}$. Расчёты проведены по компонент-программе «ПОТОК» комплекс-программы «ЦЕХ» и приведены в табл. 1. На основании статистической обработки полученных данных определены средневзвешенные значения $P_{см.в.}$ и $K_{3с.в.}^{ГС}$ с учётом долей сырья $P(d_{СГ})$ в их размерных группах $d_{СГ}$.

Таблица 1 - Пропускная способность по сырью (в числителе) и коэффициенты загрузки технологических потоков (в знаменателе) лесообработывающих цехов

Схема	$d_{СГ},$ см	$d_{СГ},$ см / $P(d_{СГ})$						$\frac{P_{см.в.}}{M^3}$ $K_{3с.в.}^{ГС}$
		15	19	23	27	31	35	
		0,1096	0,2732	0,3151	0,2079	0,0792	0,0150	
1В	20	$\frac{53,4^*}{0,992}$						
1Б		$\frac{16,8}{0,466}$	$\frac{20,6}{0,432}$	$\frac{25,1}{0,381}$	$\frac{30,9}{0,357}$	$\frac{34,0}{0,320}$	$\frac{34,4}{0,256}$	$\frac{25,01}{0,392}$
2Б		$\frac{34,8}{0,974}$	$\frac{46,7}{0,976}$	$\frac{63,3}{0,957}$	$\frac{82,3}{0,978}$	$\frac{103,7}{0,971}$	$\frac{128,0}{0,951}$	$\frac{63,76}{0,975}$
3Б		$\frac{32,1}{0,902}$	$\frac{40,2}{0,838}$	$\frac{48,5}{0,750}$	$\frac{59,5}{0,685}$	$\frac{66,3}{0,626}$	$\frac{66,8}{0,502}$	$\frac{48,41}{0,764}$
4Б		$\frac{35,0}{0,982}$	$\frac{46,9}{0,979}$	$\frac{64,0}{0,983}$	$\frac{82,8}{0,982}$	$\frac{104,1}{0,975}$	$\frac{129,0}{0,959}$	$\frac{64,21}{0,981}$

- – раскрой вразвал несортированного на размерные группы сырья

Анализ данных табл. 1 позволил выявить зависимости $K_3^{ГС} = f(d_{СГ})$ и $P_{см} = f(d_{СГ})$ для всех принятых к исследованию технологических потоков (рис. 1 и 2). В технологических потоках с увеличением $d_{СГ}$ значения $K_3^{ГС}$ уменьшаются. Наименьшее изменение $K_3^{ГС}$ наблюдается в технологическом потоке при отсутствии станков второго ряда или, что тоже самое при $E_{II}^{BC1} = E_{II}^{BC2} = \infty$. Это объяснимо тем, что на работу головного станка условно не влияют станки последующих уровней деления лесоматериалов, а влияют только параметры «внешней среды». Этот поток можно назвать «идеальным». Наиболее близко к «идеальному» потоку относятся потоки 4Б и 2Б рис. 1. По сравнению с «идеальным» у них снижение по $K_3^{ГС}$ с увеличением $d_{СГ}$ также минимальны. Это «хо-

рошо» синхронизированные технологические потоки. Потоки 3Б и 1Б можно отнести к «неудовлетворительно» синхронизированным.

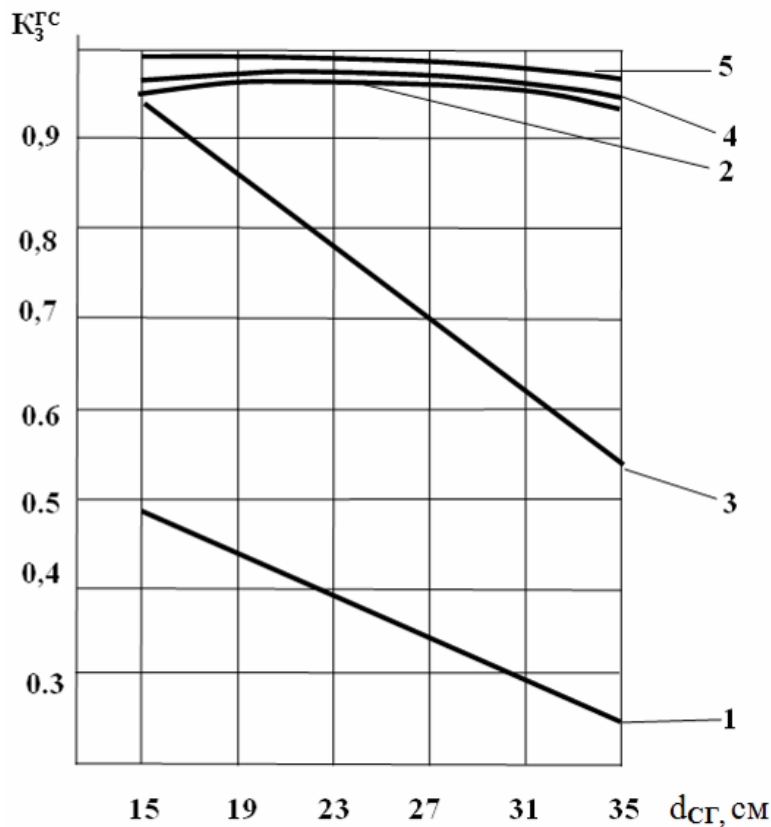


Рисунок 1- Коэффициенты загрузки головного станка Р63-4Б для размерных групп сырья $d_{СТ}$ и технологических потоков 1Б, 1Б,2Б,3Б и 4Б:

$$1- K_3^{ГС} (1Б) = 0,6204 - 0,0101d_{СТ}; 2- K_3^{ГС} (2Б) = -0,0001379 d_{СТ}^2 + 0,005990 d_{СТ} + 0,9136 ;$$

$$3- K_3^{ГС} (3Б) = 1,1995 - 0,01993 d_{СТ}; 4- K_3^{ГС} (4Б) = -0,0001216 d_{СТ}^2 + 0,005165 d_{СТ} + 0,929 ;$$

$$5 - K_3^{ГС} (E_{П}^{BC} = \infty) = -0,00005114 d_{СТ}^2 + 0,001453 d_{СТ} + 0,9857$$

Резкое снижение $K_3^{ГС}$ с увеличением $d_{СТ}$ в технологических потоках 3Б и 1Б объясняется недостаточной пропускной способностью станков второго уровня деления лесоматериалов (снижение скоростей подачи у станков ВС происходит быстрее, чем снижение посылки у головного станка, связанное с увеличением максимальной высоты пропилов). Значения $K_3^{ГС}$ в технологических потоках влияют на их пропускную способность. Изменения $П_{СМ} = f(d_{СТ})$ в технологических потоках приведены на рис. 2 (по результатам статистической обработки значений табл. 1). Наибольшую пропускную способность имеют “хорошо” синхронизированные технологические потоки 4Б и 2Б, наименьшую - “неудовлетворительно” синхронизированные потоки 3Б и 1Б.

На рис. 3, по результатам статистической обработки данных табл. 1, приведены обобщенные зависимости для технологических потоков пропускной способности.

$П_{СМ}$ от $K_3^{ГС}$ для размерных групп сырья $d_{СТ}$. Наиболее производительность имеют потоки на “толстомерных” группах сырья, наименьшую – в группах сырья средних толщин.

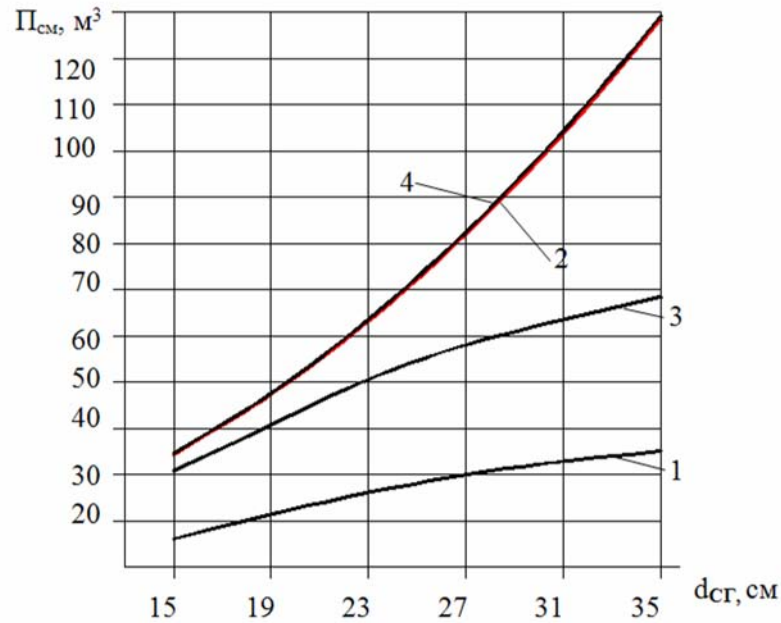


Рисунок 2 – Пропускная способность технологических потоков размерных групп сырья:

$$\begin{aligned}
 1 - \Pi_{\text{см}}(1\text{Б}) &= -0,02578d_{\text{ср}}^2 + 2,2426d_{\text{ср}} - 11,7995; \\
 2 - \Pi_{\text{см}}(2\text{Б}) &= 0,0906d_{\text{ср}}^2 + 0,1544d_{\text{ср}} + 11,7356; \\
 3 - \Pi_{\text{см}}(3\text{Б}) &= -0,0491d_{\text{ср}}^2 + 4,3326d_{\text{ср}} - 13,0964; \\
 4 - \Pi_{\text{см}}(4\text{Б}) &= 0,0913d_{\text{ср}}^2 + 0,1525d_{\text{ср}} - 11,8362.
 \end{aligned}$$

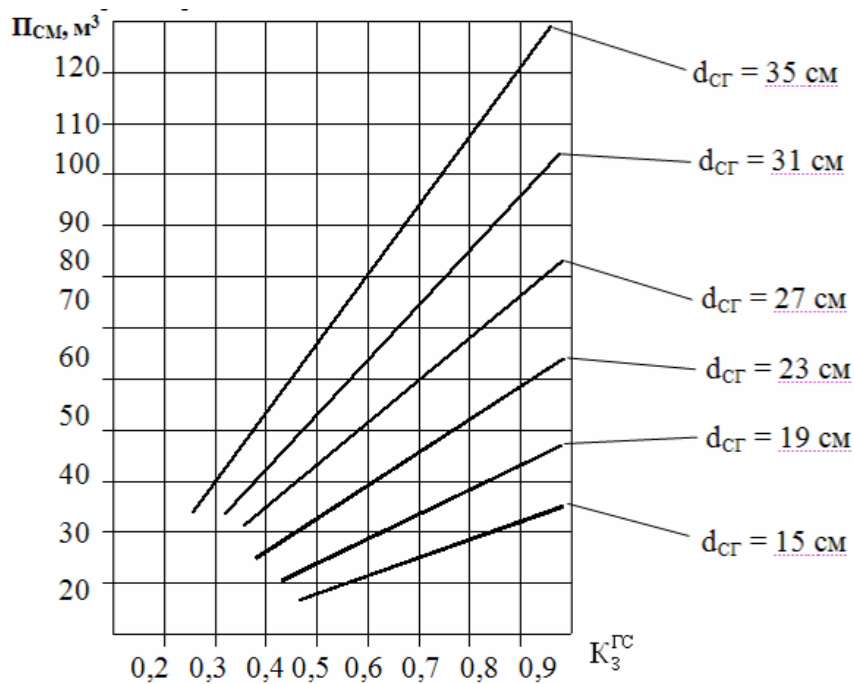


Рисунок 3 – Пропускная способность по сырью технологических потоков в размерных группах сырья в зависимости от коэффициента загрузки головного станка:

$$\begin{aligned}
 \Pi_{\text{см}}^{d_{\text{ср}}=15} &= 0,3362 + 35,3054K_3^{\text{ГС}}; & \Pi_{\text{см}}^{d_{\text{ср}}=19} &= -0,1368 + 48,0457K_3^{\text{ГС}}; \\
 \Pi_{\text{см}}^{d_{\text{ср}}=23} &= 0,4118 + 64,5040K_3^{\text{ГС}}; & \Pi_{\text{см}}^{d_{\text{ср}}=27} &= 1,8744 + 82,6457K_3^{\text{ГС}}; \\
 \Pi_{\text{см}}^{d_{\text{ср}}=31} &= -0,4756 + 107,1931K_3^{\text{ГС}}; & \Pi_{\text{см}}^{d_{\text{ср}}=35} &= -0,5601 + 135,0601K_3^{\text{ГС}}
 \end{aligned}$$

«Исключить» из уравнений $P_{CM} = f(K_3^{ГC})$ конкретные технологические потоки возможно введением средневзвешенных значений $P_{CM\ C.B.}$ и $K_{3C.B.}^{ГC}$. На рис. 4 приведена функция $P_{CM} = f(K_{3C.B.}^{ГC})$. Анализ функции и графическое её изображение показывают, что пропускная способность однопоточного цеха с головным станком Р63-4Б находится в линейной зависимости от средневзвешенного коэффициента загрузки головного станка. Увеличение коэффициента загрузки $K_{3C.B.}^{ГC}$ на каждые 10% даёт прирост средневзвешенной пропускной способности потока на 6,66 м³. Другими словами, в плохо синхронизированных технологических потоках средневзвешенная производительность составляет всего около 38% от потоков, где станки полностью синхронизированы.

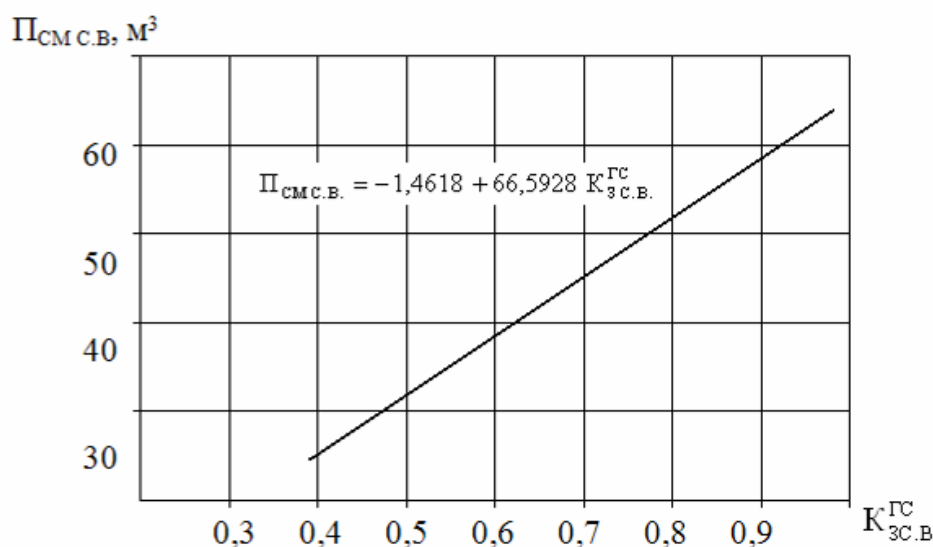


Рисунок 4 – Средневзвешенная пропускная способность технологического потока $P_{CM\ C.B.}$ в зависимости от средневзвешенного коэффициента загрузки головного станка

Экономическая оценка синхронизации технологических потоков приведена с учётом предшествующих исследований, проведённых на кафедре ТиОЛП УГЛТУ. Результаты этих исследований показывают, что только за счёт синхронизации технологических потоков можно достигнуть снижения себестоимости готовой продукции от 3,4 до 7,6 %, рентабельность производства находится в зависимости от $K_3^{ГC}$. Для однопоточного цеха по выработке короткомерной пилопродукции она имеет вид

$$R = -91,3071(K_3^{ГC})^2 + 164,6293 K_3^{ГC} - 47,7202, \%$$

Уравнение действительно при $0,46 \leq K_3^{ГC} \leq 0,86$. Можно предположить с большой степенью уверенности, что характер зависимости не изменится и для наших условий. Принимая во внимание изложенное и минимальные и максимальные уровни рентабельности для лесобрабатывающих цехов лесопромышленных предприятий, имеющиеся в литературных источниках последних лет, зависимость $R=f(K_3^{ГC})$ примет вид $R = -64,8633(K_{3C.B.}^{ГC})^2 + 123,2707 K_{3C.B.}^{ГC} - 33,2120, \%$ при $0,39 \leq K_{3C.B.}^{ГC} \leq 0,98$.

Анализ приведённого уравнения показывает, что рентабельность производства изменяется от 5 до 25% или другими словами с увеличением загрузки головного станка на каждые 10% увеличивается рентабельность производства в среднем на 1,2%.

Таблица 2 – Основные технологические и экономические показатели однопоточных лесообрабатывающих цехов

№	Технологический поток		Назначение станка	П _{СМ.С.В.} , м ³	П _Г [*] , тыс. м ³	Сортовой со- став сы- рья, %	Выход готовой продук- ции, %	K _{ЗС.В.} ^{ГС} , %	V _{ЛЗ} ^Г , тыс. м ³
	Структура								
1В		ГС1	ГС1 (Р63-4Б) для Бд	53,4	11,48 22,96		1с-12,3 2с-9,4 3с-31,8 4с-17,5 КО-4,3 ОВ-75,3	0,992 25,2	24,27 48,54
1Б		ГС1	ГС1 (Р63-4Б) для Бд	25,0	5,38 10,75				
2Б		BC2 (Ц2Д7У) для Дг	BC1 (МНС) для Бш						
3Б		ГС1	ГС1 (Р63-4Б) для Бд	48,4	10,41 20,82				
4Б		BC1 (РМ-50) для Бш	BC2 (МНС) для Бш						
			ГС1 (Р63-4Б) для Бд	64,2	13,80 27,61			0,981 25,3	29,18 58,36

* – в числителе для односменной работы, в знаменателе для двухсменной работы

Итоговые значения технологических и экономических параметров для выбранных структурных схем однопоточных цехов с головным станком Р63-4Б приведены в табл. 2. Сортосов состав сырья и выход готовой продукции определены по программам «СЫРЬЁ» («ПАРАМЕТРЫ») и «ПРОДУКЦИЯ» («ВЫХОД П.М.»).

Годовой объём лесозаготовок по хвойному хозяйству (сосна) $V_{ЛЗ}^Г$, необходимый для обеспечения работы технологических потоков, определялся по формуле

$$V_{ЛЗ}^Г = (P_{СМ}^С \cdot n_{ДН} \cdot n_{СМ} \cdot K_Г) / (K_{ДЕЛ} \cdot K_С),$$

где $P_{СМ}^С$ - пропускная способность лесообрабатывающего цеха по сырью в смену, $м^3$;

$n_{ДН}$ - количество дней работы в году;

$n_{СМ}$ - сменность работы;

$K_Г$ - коэффициент на среднегодовые условия, учитывающий снижение производительности оборудования. Для пятой температурной зоны $K_Г = 0,86$;

$K_{ДЕЛ}$ - выход деловой древесины от общего запаса, %. Для Уральского региона из сосны – 0,86;

$K_С$ - выход пиловочника из деловой древесины, %. Для Уральского региона из сосны – 55.

Анализируя показатели табл. 2 можно сказать, что технологические потоки 1В, 2Б, 3Б, 4Б для лесообрабатывающих цехов высоко рентабельны, поток 1В можно отнести к низкорентабельным (по существующей классификации при $R < 5\%$ предприятия относятся к низкорентабельным, при $R > 15\%$ - к высокорентабельным).

Область применения технологических потоков зависит от наличия сырья в лесном фонде (объём годичной лесосеки), требуемого рынком объёма и вида пиломатериалов. При объёме лесозаготовок лесопромышленного предприятия 10-20 тыс. $м^3$ в год приемлемы технологические потоки 1В, 3Б. При объёме лесозаготовок 30 тыс. $м^3$ – 2Б, 4Б. Если рынок потребляет необрезные пиломатериалы, то – 1В.

При изменившейся ситуации (изменение объёма лесозаготовок лесопромышленного предприятия) технологические схемы потоков могут трансформироваться.

Библиографический список

1. Азарёнок В.А., Гаева Е.В., Чамеев В.В. Синхронизация работы головного станка лесообрабатывающего цеха с предшествующими операциями при распиловке сырья вразвал // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды II международного евразийского симпозиума. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- С. 23-30.

2. Чамеев В.В., Гаева Е.В., Азарёнок В.А. Обоснование размеров межоперационных запасов сырья перед головным станком лесообрабатывающего цеха // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды 11 международного евразийского симпозиума. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- С. 30-36.

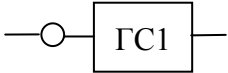
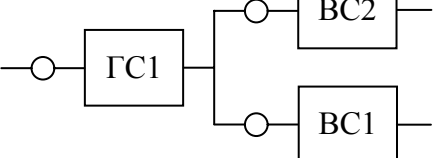
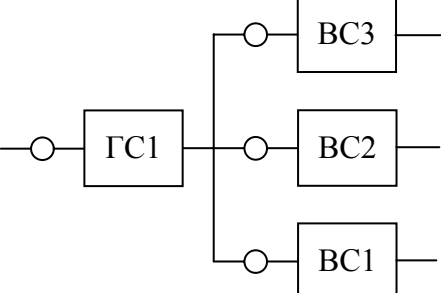
Чамеев В.В., Еремеев А.А., Терентьев В.В.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

СИНХРОНИЗАЦИЯ РАБОТЫ СТАНКОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКАХ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ ПО РАСКРОЮ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ПИЛОПРОДУКЦИЮ
THE TOOL WORK SYNCHRONIZING IN TECHNOLOGICAL FLOWS OF WOOD SHOP ON SAWING ROUND LUMBERS ON SAWN PRODUCT

Задача синхронизации решается поэтапно: 1 – синхронизация работы технологического потока (ТП) лесобработывающего цеха (ЛОЦ) с «внешней» средой назначением оптимальной вместимости питателя перед цехом; 2 – синхронизация головного станка (ГС) с входным потоком лесоматериалов назначением оптимальной вместимости питателя перед ГС; 3 – синхронизация ГС со станками последующих уровней деления назначением оптимальных ёмкостей питателей перед ними или их пропускных способностей. Степень синхронизации станков в ТП оценивается по коэффициентам их загрузки.

Таблица 1 – Структурные схемы технологических потоков лесобработывающих цехов

Технологический поток		Назначение станка
№	Структура	
1Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д
1Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д BC1 (PM-50) для Б _ш BC2 (Ц2Д7У) для Д _т
2Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д BC1 (MHC) для Б _ш BC2 (Ц2Д7У) для Д _т
3Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д BC1 (PM-50) для Б _ш BC2 (PM-50) для Б _ш BC3 (Ц2Д7У) для Д _т
4Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д BC1 (PM-50) для Б _ш BC2 (MHC) для Б _ш BC3 (Ц2Д7У) для Д _т

Примечание: МНС – обобщенный многопильный станок

Для проведения исследований сформированы 4 возможных варианта ТП 1Б, 2Б, 3Б и 4Б однопоточного цеха ЛОЦ на базе головной лесопильной рамы Р63-4Б для рас-

кроя брёвен B_d с брусковкой на брусья $B_{ш}$ и необрезные доски D_T на станках второго ряда – перспективной рамы РМ-50 и многопильного станка, для раскроя досок D_T на обрезные пиломатериалы на станке Ц2Д7У. Для работы лесопильной рамы Р63-4Б вразвал принята схема 1В. Принятые для исследования ТП ЛОЦ представлены на рис. 1. Исследования проведены с помощью комплекс – программы (КП) ЦЕХ, разработанной на кафедре ТиОЛП УГЛТУ.

Этапы синхронизации 1 и 2 изложены в предыдущих научных статьях в сборнике евразийского симпозиума [1, 2].

Задачи исследования 3 этапа: 1 – оценка влияния на загрузку головного станка параметров станков ВС; 2 – определение оптимальных значений загрузки станков ВС, обеспечивающих максимальную пропускную способность головного станка ГС.

К основным параметрам, влияющим на работу головного станка ГС, отнесены скорость подачи заготовок через станки второго ряда (уровня) V_{II}^{BC} , емкости их питателей E_{II}^{BC} .

Технологические потоки исследованы на ЭВМ-программе "ПОТОК" кп "ЦЕХ" на двух группах сортированных круглых лесоматериалов с $d_{CT} = 15$ см и $d_{CT} = 35$ см. На первом этапе получены $K_3^{ГС1}$ при $E_{II}^{BC} = \infty$, на втором исследованы $K_3^{ГС1}$ и K_3^{BC} в зависимости от E_{II}^{BC} в диапазонах изменений от 1 до 30 заготовок. Результаты исследований показали, что зависимости, $K_3^{BC} = f(E_{II}^{BC})$ не так "ярко" выражены как у $K_3^{ГС1} = f(\ell_{II}^{ГС1})$, где ℓ_{II} – длина питателя. Емкости питателей E_{II}^{BC} для станков РМ-50 и МНС можно принять равными 4-6 заготовкам, а E_{II}^{BC} для обрезного станка Ц2Д7У – 8-10 заготовок. Влияние группы сортированного сырья, числа станков и их моделей в технологических потоках на коэффициент загрузки головного станка ГС1 (Р63-4Б) по результатам имитационного моделирования приведены в табл. 2.

Уменьшение коэффициента загрузки $\Delta K_3^{ГС1}$ головного станка ГС1 за счет станков последующих уровней деления лесоматериалов можно оценить по очевидным выражениям

$$\Delta K_{3\text{ Бш}}^{ГС1} = K_3^{ГС1}(E_{II}^{BC} = \infty) - K_3^{ГС1}(BC \text{ для } B_{ш});$$

$$\Delta K_{3\text{ Бш+Дт}}^{ГС1} = K_3^{ГС1}(E_{II}^{BC} = \infty) - K_3^{ГС1}(BC \text{ для } B_{ш} \text{ и } D_T).$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 3. Анализируя данные таблиц 2 и 3 можно сделать следующие основные выводы, не противоречащие общей теории производительности машин и механизмов:

- "подключение" к головному станку ГС1 (рама Р63-4Б) станков последующих уровней деления лесоматериалов уменьшает коэффициент загрузки $K_3^{ГС1}$ станка ГС1 и, соответственно, увеличивает значение $\Delta K_3^{ГС1}$;

- значительное влияние на величины $K_3^{ГС1}$ и $\Delta K_3^{ГС1}$ оказывает сортировочно-размерная группа сырья.

Таблица 2 - Коэффициенты загрузки станков в технологических потоках ЛОЦ

№ ТП	$K_3^{ГС1}$ при $E_{II}^{BC} = \infty$		$K_3^{ГС1} / K_3^{BC(Бш)}$		$K_3^{ГС1} / K_3^{BC(Бш)} / K_3^{BC(Дт)}$	
	сортировочно-размерная группа сырья $d_{СГ}$, см					
	15	35	15	35	15	35
1Б	0,996	0,974	$\frac{0,475}{0,965}$	$\frac{0,250}{0,990}$	$\frac{0,465}{0,960}$	$\frac{0,245}{0,983}$
2Б			$\frac{0,990}{0,165}$	$\frac{0,950}{0,500}$	$\frac{0,975}{0,160}$	$\frac{0,945}{0,495}$
3Б			$\frac{0,908}{0,938^*}$	$\frac{0,490}{0,980^*}$	$\frac{0,902}{0,932^*}$	$\frac{0,485}{0,976^*}$
4Б			$\frac{0,995}{0,917}$	$\frac{0,964}{0,965}$	$\frac{0,982}{0,908}$	$\frac{0,958}{0,962}$
			$\frac{0,094}{0,388}$	$\frac{0,218}{0,218}$	$\frac{0,091}{0,218}$	$\frac{0,385}{0,125}$

* - среднее по двум станкам РМ-50

Таблица 3 – Оценка влияния станков второго уровня деления лесоматериалов ВС на снижение коэффициента загрузки $\Delta K_3^{ГС1}$ головного станка ГС1 в технологических потоках лесобрабатывающих цехов

Технологиче- ский поток	$\Delta K_3^{ГС1}$ при подключении			
	станков ВС для Бш		станков ВС для Бш и Дт	
	Сортировочно-размерная группа сырья $d_{СГ}$, см			
	15	35	15	35
1Б	0,521	0,724	0,531	0,729
2Б	0,006	0,024	0,021	0,029
3Б	0,088	0,484	0,094	0,489
4Б	0,001	0,010	0,014	0,016

На толстомерном сырье значение $K_3^{ГС1}$ меньше, чем на тонкомерном. Соответственно значения $\Delta K_3^{ГС1}$ на толстомерном сырье увеличены по сравнению с тонкомерным;

- чем меньше K_3^{BC} станков ВС, тем выше $K_3^{ГС1}$ (ниже $\Delta K_3^{ГС1}$);
- в хорошо синхронизированных технологических потоках уменьшение коэффициента загрузки $\Delta K_3^{ГС1}$ достигает минимальной величины – 0,016 - 0,03, т.е. потеря в производительности головного станка ГС1 за счет других станков технологического потока незначительна (1,5 - 3%).

Библиографический список

1. Азарёнок В.А., Гаева Е.В., Чамеев В.В. Синхронизация работы головного станка лесообрабатывающего цеха с предшествующими операциями при распиловке сырья вразвал // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды II международного евразийского симпозиума. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- С. 23-30.
2. Чамеев В.В., Гаева Е.В., Азарёнок В.А. Обоснование размеров межоперационных запасов сырья перед головным станком лесообрабатывающего цеха // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды II международного евразийского симпозиума. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- С. 30-36.

Шамаев В. А., Воскобойников И. В., Щелоков В. М.

(ВГЛТА, г. Воронеж, РФ) drevstal@mail.ru

ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ *ACHIEVEMENT AND PROBLEMS OF MODIFIED WOOD*

Модифицирование древесины малоиспользуемых мягких лиственных пород для создания полноценного заменителя ценной древесины твердых лиственных пород известно давно [1, 2].

В данной работе рассматриваются модифицирование древесины методом прессования, когда за счет уменьшения объема путем механического воздействия комплексно улучшаются прочностные свойства и износостойкость [3, 4]. Так, путем прессования деструктивным методом можно увеличить плотность и, соответственно, прочность древесины до плотности 700 – 800 кг/м³, а возможно даже до 1300 – 1400 кг/м³ по сравнению с плотностью исходной древесины 400 – 600 кг/м³ (осина, тополь, береза, ольха).

Прессование древесины может быть равномерным и неравномерным, когда плотность древесины изменяется по сечению заготовки. Неравномерное уплотнение применяется для получения крупногабаритных изделий, где наивысшая плотность и износостойкость требуется не по всему сечению, а в отдельных точках. Такими изделиями являются строительный брус, железнодорожные шпалы и др. Для получения

таких изделий операции пропитки, сушки и прессования древесины объединяют как по месту так и по времени [4].

Совмещение операций пропитки, прессования и сушки, как по месту, так и по времени, обуславливает наличие различия между явлениями, происходящими в древесине в этом случае и явлениями в случае разделения операций. Рассмотрим явления, происходящие в системе древесина – пропиточный агент при сушке, пропитке и прессовании учитывая, что все эти явления в данном случае тесно связаны между собой.

Сущность совмещенного способа заключается в том, что заготовку из сырой древесины с влажностью порядка 80% помещают в жидкий антисептик, в нашем случае – каменноугольное масло, нагревают его до температуры 100-115°C и сушат до влажности 15-20%, одновременно уплотняя ее путем приложения механического давления до степени сжатия 23-28%. В конце процесса заготовку охлаждают в жидкости до температуры 15-20°C, в результате чего происходит всасывание заготовкой антисептика, то есть реализуется пропитка способом горяче-холодной ванны.

При введении в древесину пропиточного агента процесс пропитки может протекать либо по капиллярному механизму, если влажность древесины ниже точки насыщения волокна, либо по диффузионному, если влажность древесины выше точки насыщения волокна. На практике же в чистом виде очень трудно осуществить пропитку только по одному из этих способов, чаще всего приходится говорить о превалирующем способе пропитки. В нашем же совмещенном способе можно сказать, что в начале процесса при наибольшей влажности древесины превалирующим является диффузионный механизм, доминанта которого в ходе процесса падает, а доминанта капиллярного механизма растет и капиллярный механизм постепенно становится основополагающим. Основная цель пропитки – обеспечить равномерное распределение пропиточного агента по длине и сечению изделия из древесины. Пропитка методом горячей ванны не дает равномерного распределения пропиточного агента внутри древесины, а в случае пропитки методом горячехолодной ванны содержание пропиточного агента практически выравнивается по всей длине [5].

Динамику процесса пропитки по времени можно описать так. Примерно 20% от всего каменноугольного масла, находящегося в древесине после ее обработки совмещенным способом, входит на протяжении стадии сушки, т.е. реализуется способ горячей ванны и примерно 80% – в течение стадии остывания – холодная ванна.

Сушка в данном случае – это высокотемпературный процесс, при котором между каменноугольным маслом и погруженной в него древесиной практически отсутствует влагообмен. Сушка может происходить только при температуре каменноугольного масла выше точки кипения воды при данном давлении. Внутри древесины, вследствие кипения свободной воды, создается избыточное давление, под действием которого пар выходит в атмосферу, преодолевая адгезию древесины и слоя каменноугольного масла над материалом. Таким образом, основным видом влагопереноса здесь является молекулярное перемещение водяного пара под действием градиента избыточного давления.

Древесина, выдерживаемая длительное время в жидкости при постоянной температуре, стремится к определенной равновесной влажности, зависящей от давления и температуры жидкости. Когда древесина достигает равновесного состояния, ее температура равна температуре среды, а в полостях ее клеток содержится чистый перегретый пар. Это дает основания считать, что равновесная влажность древесины в гидрофобной

жидкости равна ее равновесной влажности в чистом перегретом паре, имеющем такие же, как каменноугольное масло, давление и температуру.

Механизм сушки древесины следующий. После погружения древесного сорти-мента в пропиточную жидкость, имеющую температуру выше температуры кипения воды, на его поверхности температура практически сразу же доходит до точки кипения воды, а затем быстро становится равной температуре пропиточной жидкости. Темпера-тура же центральной зоны поддерживается постоянной, на уровне точки кипения воды то тех пор, пока из этой зоны не будет удалена вся свободная вода, затем температура начинает повышаться и в конце процесса приближается к температуре среды, а влаж-ность центральной зоны – к равновесной влажности. В заключительном периоде про-цесса сушки роль молярного влагопереноса незначительна, а основной движущей си-лой процесса является теплопроводность, то есть движение под действием градиента влажности.

Стадия прессования древесины синхронна со стадией сушки, поскольку усилие, необходимое для запрессовки единицы объема древесины по мере снижения влажности древесины возрастает [6]. То есть, во избежание лишних технологических расходов стадии прессования и сушки начинаются и заканчиваются одновременно.

В древесине в ходе стадии прессования на уровне геометрического строения клеток происходят следующие изменения [3]. При сжатии древесины на 20% оболочки крупных сосудов теряют устойчивость, сжимаются. Сердцевидные лучи волнообразно изгибаются около деформированных сосудов. Мелкие сосуды практически не дефор-мируются.

При сжатии образца до 30% крупные сосуды все больше и больше деформиру-ются, сплющиваясь в радиальном направлении. Начинают деформироваться мелкие со-суды, особенно прилегающие к крупным. Сердцевидные лучи все больше изгибаются вокруг деформированных сосудов.

При степени сжатия около 35% наблюдается резкий скачок деформации, в ре-зультате чего происходит смятие стенок крупных и мелких сосудов, особенно в местах наибольшего скопления крупных сосудов. Начинается интенсивное смятие клеток либ-риформа.

После сжатия образца до степени 50% крупные сосуды сильно деформированы и напоминают узкие щели. Сердцевидные лучи сильно изогнуты и волнисты. Клетки либриформа уменьшили полости примерно наполовину, а некоторые сплющились пол-ностью. Однако, даже при степени сжатия 50%, можно наблюдать, что часть клеток либриформа деформировалась незначительно и не происходит полного смыкания по-лостей сосудов.

После полной распрессовки на срезах наблюдаются крупные разрывы в местах наибольшего скопления сосудов. Микроразрушения имеются у всех сосудов и части клеток либриформа. Поэтому, с точки зрения минимизации разрушения элементов строения древесины при прессовании, целесообразно степень деформации ограничить 30%, что и реализовано в данном способе.

Таким образом, рассматривая явления, происходящие в древесине в ходе совме-щенного процесса пропитки, сушки и прессования, можно заключить, что при полном совмещении вышеуказанных стадий по месту, совмещение по времени не совсем пол-

ное, то есть при единовременном начале всех трех стадий сушка и прессование заканчиваются одновременно, а пропитка продолжается еще некоторое время.

Особенность предлагаемого метода заключается в том, что после сушки-пропитки древесины в пропиточном агенте с одновременным воздействием под механического давления цилиндрические заготовки приобретают форму, близкую к прямоугольной (рисунок 1).

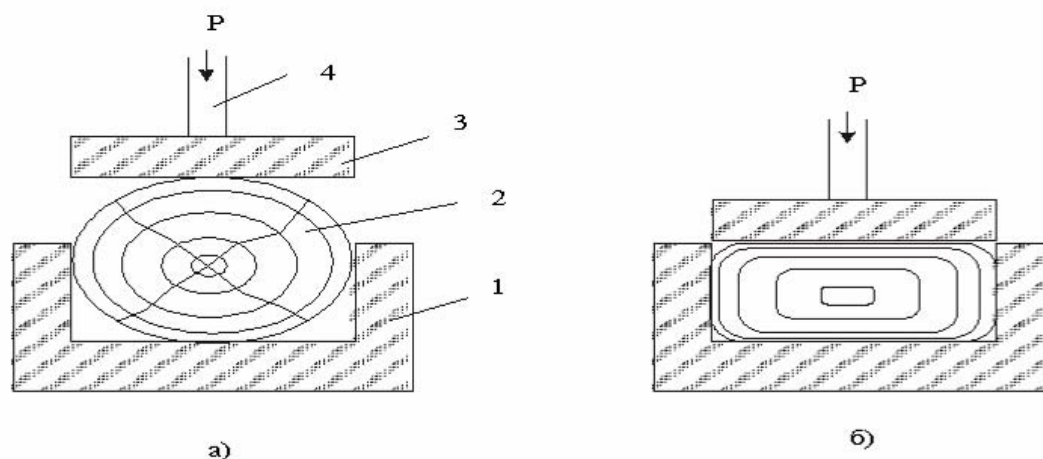


Рисунок 1 – Изменение сечения древесины в ходе совмещенного процесса: а) в начале процесса, б) в конце процесса: 1 – прессформа, 2 – древесина, 3 – прессовая плита, 4 – шток гидроцилиндра

Этот факт обуславливает отличительную особенность данного способа модифицирования древесины – его малоотходность.

В нашем случае для совмещенного способа требуется заготовка из древесины мягких лиственных пород диаметром 24-30 см, в то время как классический способ получения шпал предусматривает выпилку шпал из лесоматериалов хвойных пород диаметром более 35 см.

Для лучшего изучения динамики деформирования было рассмотрено пять изменяющихся в ходе совмещенного процесса мгновенных сечений древесины: начальное – 0, конечное - 3 и промежуточные 1, Т, 2, причем сечение Т (требуемое) соответствует сечению железнодорожной шпалы по ГОСТ 78-89. Сечения представлены на рисунке 2.

Для сечения 0 степень прессования будет равна нулю. Для сечения 1 общая степень прессования будет составлять 10,1%, а в наивысшей точке 20%. Для сечения Т общая степень прессования будет составлять 15,1%, а в наивысшей точке 28%. Для сечения 2 общая степень прессования будет составлять 27,2%, а в наивысшей точке 40%. Для сечения 3 общая степень прессования будет составлять 49,1%, а в наивысшей точке 60%.

Распределение степени прессования по всему сечению древесины представлено на рисунке 3 для всех мгновенных сечений.

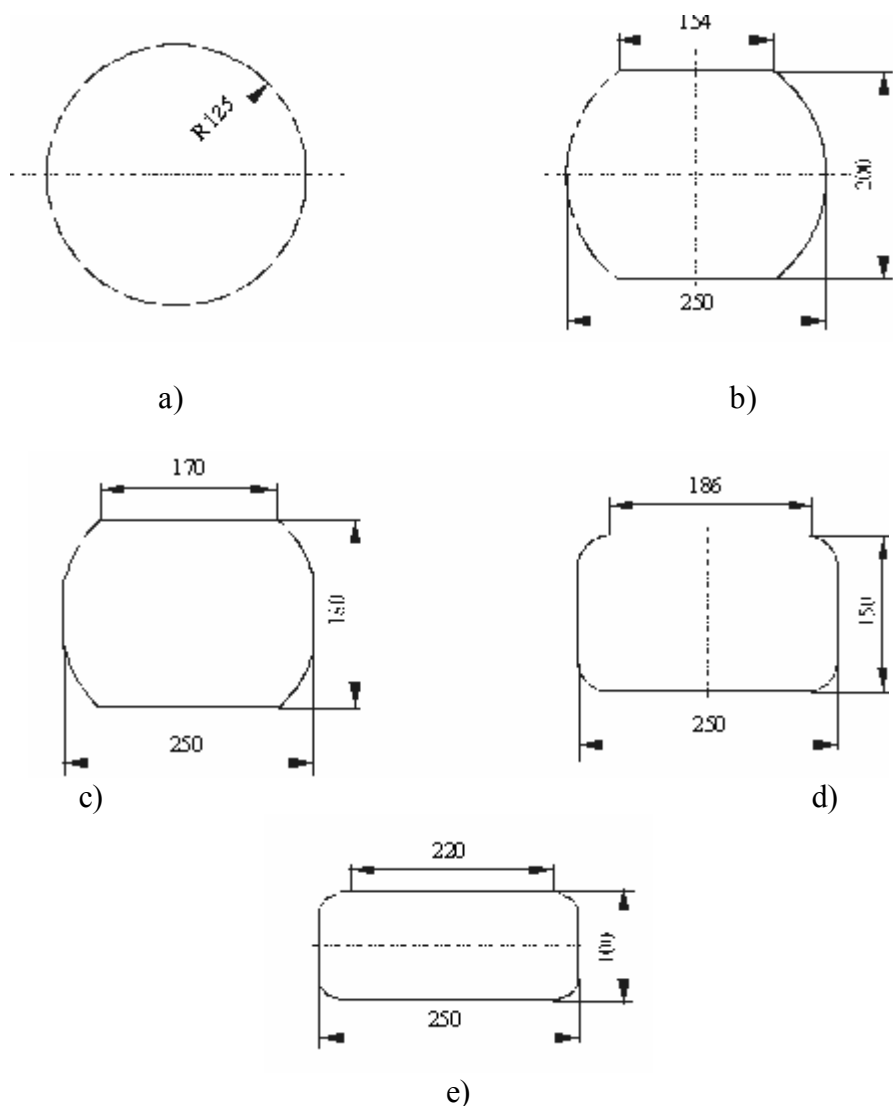


Рисунок 2 – Изменение древесины по мере прессования: а) сечение 0; б) сечение 1; в) сечение Т; д) сечение 2; е) сечение 3.

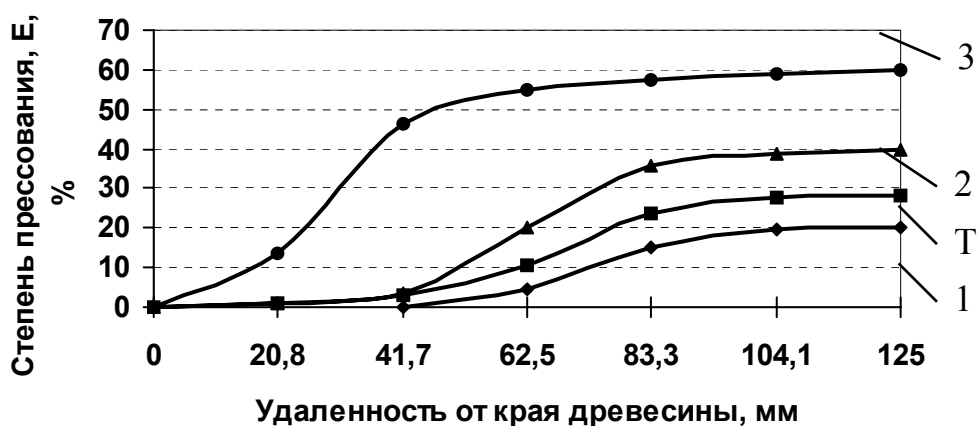


Рисунок 3 – Распределение степени прессования:
1, Т, 2, 3 – номера мгновенных сечений

Кривые, представленные на рисунке 3, были получены следующим образом. Ширина образца древесины от центра до края включительно делилась на 7 равных зон.

В каждой зоне замерялась степень прессования для каждого этапа совмещенного процесса и на базе полученных данных строились кривые. С помощью стандартного пакета программ EXCEL (WINDOWS) находили уравнения, аппроксимирующие полученные кривые. Адекватность найденных уравнений экспериментальным кривым определялась с помощью показателя ξ – величины средней ошибки.

Наиболее корректно описывала полученные кривые функция пятой степени:

Для сечения 1:

$$\varepsilon_1 = 1,82 \cdot 10^{-8} l^5 - 6,26 \cdot 10^{-6} l^4 + 7,04 \cdot 10^{-4} l^3 - 2,80 \cdot 10^{-2} l^2 + 0,338 l - 0,380 = 4,3\% \quad (1)$$

Для сечения T:

$$\varepsilon_T = 2,42 \cdot 10^{-8} l^5 - 7,92 \cdot 10^{-6} l^4 + 8,41 \cdot 10^{-4} l^3 - 3,03 \cdot 10^{-2} l^2 + 0,386 l - 0,4117 = 2,8\% \quad (2)$$

Для сечения 2:

$$\varepsilon_2 = 4,004 \cdot 10^{-8} l^5 - 1,223 \cdot 10^{-6} l^4 + 1,171 \cdot 10^{-4} l^3 - 3,457 \cdot 10^{-2} l^2 + 0,313 l - 0,085 = 1,7\% \quad (3)$$

Для сечения 3:

$$\varepsilon_3 = -5,221 \cdot 10^{-8} l^5 + 1,78 \cdot 10^{-6} l^4 - 2,147 \cdot 10^{-4} l^3 + 9,906 \cdot 10^{-2} l^2 - 0,471 l + 0,066 = 3,6\% \quad (4)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_T, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – степень прессования, %, l – удаленность от края шпалы, мм.

Пользуясь уравнениями 1–7 можно найти степень прессования в любой точке сечения шпалы и, соответственно, при помощи общеизвестного уравнения 8 – конечную плотность древесины.

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - \varepsilon}, \text{ кг/м}^3 \quad (5)$$

где ε – степень прессования, ρ_0, ρ – плотность древесины до и после прессования соответственно, кг/м^3 .

Например, необходимо найти плотность древесины в точке, удаленной от края древесины на 83 мм по сечению 2, зная, что исходная плотность $\rho_0 = 450 \text{ кг/м}^3$.

$$\varepsilon_2 = 4,004 \cdot 10^{-8} 83^5 - 1,223 \cdot 10^{-6} 83^4 + 1,171 \cdot 10^{-4} 83^3 - 3,457 \cdot 10^{-2} 83^2 + 0,313 l - 0,085 = 36\%$$

$$\rho = \frac{450}{1 - 0,36} = 703 \text{ кг/м}^3$$

Для изделий из прессованной древесины, работающих на открытом воздухе очень важным является сохранение размеров в среде с переменной влажностью и температурой. При этом показатели формоизменения должны находиться на уровне натуральной древесины. Например, для железнодорожных шпал стабилизационного влияния маслянистого антисептика оказывается недостаточно, что диктует необходимость введения дополнительного стабилизатора.

Необходимо учитывать, что при использовании бревен из древесины мягких лиственных пород диаметром 25–35 см более половины из них имеют центральную фаутную зону, прочность которой в 2 – 2,5 раза ниже прочность периферийной зоны. В этом случае используют пропитку с торца под давлением антисептиком, содержащим упрочняющий агент и только после этого производят сушку с одновременным прессованием.

Здоровую зону древесины пропитывают маслянистым антисептиком, а фаутную зону смесью маслянистого антисептика и упрочняющего раствора содержащего растворитель – керосин или уайт-спирит и упрочняющее вещество, выбранное из группы включающей: отходы производства каучука – кубовые остатки ректификации бутадиена, ку-

бывшие остатки ректификации толуола, фенолоспирты, причем количество упрочняющего раствора определяют из формулы 6:

$$M = k \frac{H_3}{H_\phi} \cdot C \cdot V \quad (6)$$

где M - количество упрочняющего раствора, л;

H_3 - твердость здоровой зоны, $H / мм^2$,

H_ϕ - твердость фаутной зоны, $H / мм^2$,

C - концентрация упрочняющего раствора в фаутной зоне, $л / м^3$,

V - объем фаутной зоны, $м^3$,

k - коэффициент, учитывающий уменьшение диаметра фаутной зоны от комлевой части бревна к вершинной, $0,8 \leq k \leq 1$.

Кроме того в качестве упрочняющего раствора возможно использование форконденсата карбамидоформальдегидного олигомера (КФК).

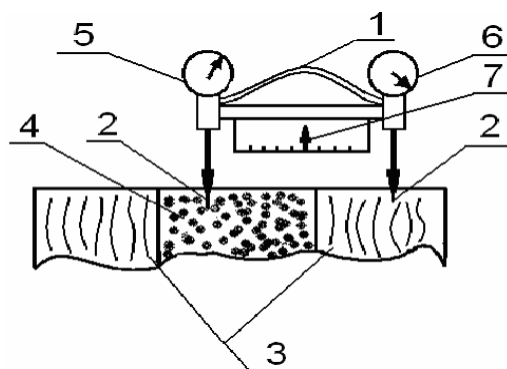
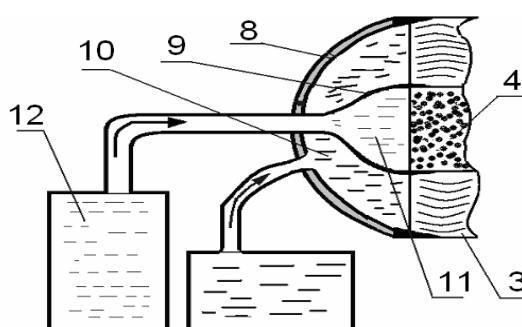


Рисунок 4 – Прибор для определения соотношения величины твердости здоровой зоны к твердости фаутной зоны H_3/H_ϕ



Рисунке 5 – Пропиточное устройство для отдельной пропитки фаутной и здоровой древесины

На рисунке 4 показан прибор для определения соотношения твердости здоровой зоны к твердости фаутной зоны H_3/H_ϕ , а на рисунке 5 пропиточное устройство для отдельной пропитки фаутной и здоровой древесины.

Прибор работает следующим образом. Рукояткой 1 реперы 2 внедряются одновременно в здоровую 3 и фаутную 4 зоны древесины. Соппротивление внедрению показывают, соответственно твердомеры 5 и 6, соотношение твердости здоровой зоны к твердости фаут-

ной зоны $\frac{H_3}{H_4}$ указывает стрелка 7.

Пропиточное устройство состоит из внешней головки 8, цилиндрический нож которой внедряется в здоровую древесину 3 и внутренней головки 9, цилиндрический нож которой внедряется в фаутную зону 4. Во внешнюю головку 8 поступает маслянистый антисептик 10, а во внутреннюю головку 9 смесь 11 из маслянистого антисептика и упрочняющего раствора, которая поступает из смесителя 12. Упрочняющий раствор состоит из упрочняющего вещества и растворителя. В качестве растворителя используется керосин или уайт-спирит. Количество растворителя в растворе зависит от вязкости упрочняющего вещества и может колебаться по объему от 5 до 15%.

Способ осуществляется следующим образом [7, 8]. Прибором, показанным на рисунке 4, находится соотношение величины твердости здоровой зоны к твердости фаутной зоны $\frac{H_1}{H_0}$, т.е. степень поражения грибами центральной зоны ствола и визуально определяется коэффициент k , учитывающий уменьшение диаметра фаутной зоны от комлевой части бревна к вершинной.

После этого сырая заготовка шпалы диаметром 25 см, длиной 2,75 м помещается в пропиточную установку и с помощью гидроцилиндра пропиточные головки 8 и 9 внедряются на глубину 15 мм в торец заготовки, содержащей здоровую 3 и фаутную 4 зоны. В головку 8 закачивается маслянистый антисептик, например, известные антисептики из патентов RU 2303522, 27.07.2007 или RU 2097056, 27.11.1997, или RU 2038829, 09.07.1995, или RU 2020949, 19.03.1994 и происходит сквозная пропитка под давлением 8 атм. в течение 12 мин.

По формуле 6 находится объем пропиточного раствора, который необходимо ввести в данную заготовку. Из смесителя 12 дозировано в пропиточную головку 6 закачивается смесь 11 упрочняющего раствора и маслянистого антисептика и под давлением 8 атм. одновременно с пропиткой здоровой зоны 3 происходит пропитка фаутной зоны 4 в течение 8-10 мин.

Пропитанные заготовки помещают в установку для обработки древесины по пат. РФ №2039645 и сушат при температуре 105°C в течение 22 ч до влажности 20% с одновременным уплотнением при механическом давлении 0,8 МПа с получением в сечении прямоугольного профиля готовой шпалы 18x25 см. В процессе сушки происходит полимеризация упрочняющего вещества и прочность фаутной зоны возрастает до прочности здоровой зоны заготовки. В результате получается готовая шпала, имеющая по всей толщине и длине равную прочность и равномерное распределение антисептика.

В таблице 1 приведены данные по формоизменению модифицированной древесины шпал.

Из таблицы 1 видно, что величина линейного разбухания модифицированной древесины после суточной выдержки ее в воде в центральной зоне полушпалы выше, чем в периферийной, причем разница между этими величинами составляет в направлении прессования — 5,53%, в направлении, перпендикулярном прессованию — 4,87%.

После 30 суток выдержки модифицированной древесины в воде картина меняется на противоположную. Теперь уже величина линейного разбухания модифицирован-

ной древесины в центральной зоне полушпалы ниже, чем в периферийной, причем разница между этими величинами составляет в направлении прессования — 2,98%, в направлении перпендикулярном прессованию — 1,28%.

Таблица 1 - Линейное разбухание модифицированной древесины

№ зоны	Линейное разбухание модифицированной древесины в направлении, %	
	прессования	перпендикулярном прессованию
После суточной выдержки в воде		
1	7,90	9,01
2	7,36	8,82
3	6,69	8,39
4	5,43	7,03
5	2,37	4,14
среднее	5,95	7,48
для целой шпалы	6,01	7,50
После 30 суток выдержки в воде		
1	10,89	10,04
2	12,20	10,67
3	13,11	10,90
4	13,63	11,15
5	13,87	11,32
среднее	12,74	10,81
для целой шпалы	12,85	10,93

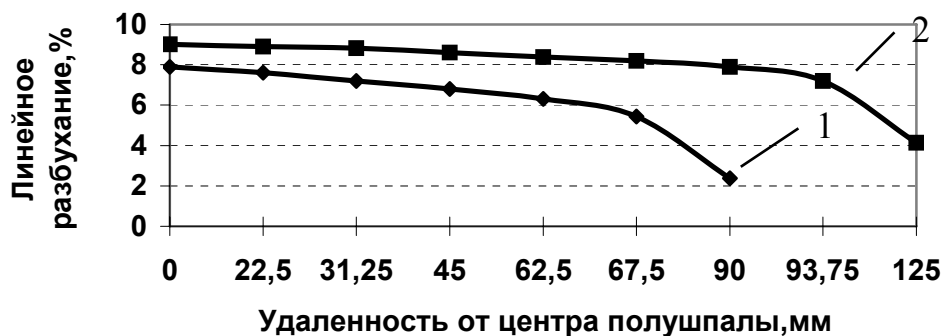
Это явление объясняется тем, что древесина по всему сечению полушпалы модифицирована неравномерно, а, следовательно, имеет разные свойства. То есть свойства древесины центральной зоны полушпалы, полученной совмещенным способом, аналогичны свойствам натуральной древесины. На периферии же степень модификации древесины довольно высока, и разбухание древесины вначале идет менее интенсивно, чем у натуральной, потому что с увеличением плотности древесины уменьшается площадь поверхности клеточных стенок, в углублениях которых удерживается микрокапиллярная вода, а, следовательно, уменьшается и площадь контакта древесины с водой. Затем в ходе процесса водопоглощения модифицированная древесина достигает предела насыщения клеточных стенок, и давление свободной влаги увеличивает объем межклеточных полостей, который был уменьшен в ходе процесса модифицирования операцией прессования.

Этот факт свидетельствует о том, что древесина по сечению полушпалы модифицирована в большей степени в направлении прессования, нежели в направлении, перпендикулярном прессованию.

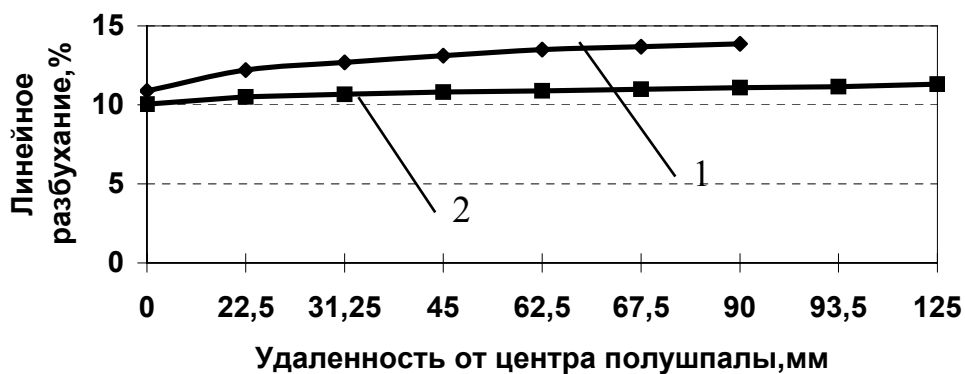
На рисунке 6 показано распределение величин линейного разбухания модифицированной древесины по сечению полушпалы.

Из рисунка 6 видно, что линейное разбухание модифицированной древесины по сечению в направлении от центра к периферии после суточной выдержки ее в воде снижается вначале более плавно, а в конце сечения более круто, тогда как после выдержки модифицированной древесины в воде в течение 30 суток линейное разбухание

по сечению растет по направлению от центра к периферии сначала круто, а в конце более плавно.



а)



б)

1 – кривая распределения в направлении прессования;

2 – кривая распределения в направлении перпендикулярном прессованию

Рисунок 6 – Распределение величины линейного разбухания по сечению полушпалы: а) после выдержки в воде в течение суток; б) после выдержки в воде в течение 30 суток

На рисунке 7 представлена кинетика линейного разбухания модифицированной древесины.

Как видно из рисунка 7 максимальное линейное разбухание модифицированной древесины не превышает 12,74% в направлении прессования и 10,81% — в направлении, перпендикулярном прессованию, то есть разбухание модифицированной совмещенным способом древесины незначительно отличается от натуральной древесины и в 5 раз ниже разбухания немодифицированной прессованной по способу Хухрянского древесины.

Наиболее интенсивно разбухание происходит в первые сутки и практически заканчивается через 4-5 суток пребывания образцов в воде. Также можно заключить, что в конечном итоге разбухание в направлении прессования больше, чем в направлении, перпендикулярном прессованию, но эта разница незначительна.

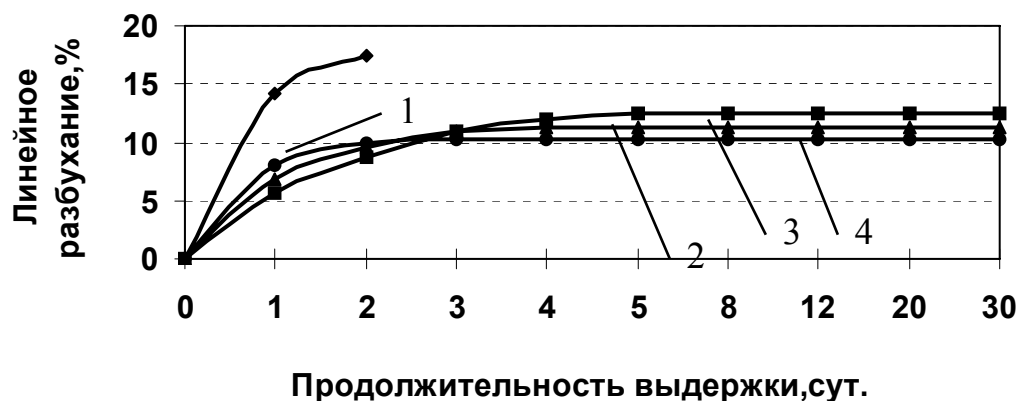


Рисунок 7 – Линейное разбухание модифицированной древесины при водопоглощении, где: 1 — прессованная по способу Хухрянского древесина в направлении прессования; 2 и 3 — модифицированная совмещенным способом древесина березы в направлении прессования и перпендикулярном прессованию направлению соответственно; 4 — натуральная древесина березы

Экспериментальным путем были получены уравнения, связывающие технологические факторы с показателями физико-механических свойств шпал (усредненные данные по всей шпале на основе 8 измерений).

$$\rho_x = 3,6t + 1100P + 49,15\tau - 0,006t^2 - 405P^2 + 0,02\tau^2 - 1,7tP - 0,058P\tau - 39,4P\tau; \quad (10)$$

$$V_B = 0,22t + 9P - 0,92\tau - 0,001t^2 - 3,08P^2 + 0,087\tau^2 - 1,31P\tau; \quad (11)$$

$$W = 0,86t - 7,28\tau - 0,005t^2 + 0,205\tau^2 + 0,03t\tau; \quad (12)$$

$$E = -0,05t + 38,65P + 1,75\tau + 0,0005t^2 - 14,65P^2 - 0,009\tau^2 - 0,05tP - 1,42P\tau - 0,001t\tau; \quad (13)$$

$$M = 0,12t + 32,83P - 2,2\tau + 0,00008t^2 - 21,02P^2 + 0,35\tau^2.$$

где ρ - плотность, кг/м^3 ; V - линейное разбухание в воде за 30 сут, %; M влажность, %; M - содержание антисептика, %; E - модуль упругости ГПа; t -температура антисептика, $^{\circ}\text{C}$; P - удельное давление, МПа; τ - время, ч.

Многокритериальная оптимизация полученных моделей на ЭВМ позволила получить следующие оптимальные показатели: температура антисептика $t=110^{\circ}\text{C}$; удельное давление $P=0,7$ МПа; время сушки $\tau=5$ ч.

При этом показатели свойств модифицированной древесины березы таковы: плотность 837 кг/м^3 ; линейное разбухание $9,3 \%$; модель упругости при статическом изгибе $19,6$ ГПа, содержание антисептика $22,5 \%$.

Технологический режим получения шпал графически представлен на рисунке 8.

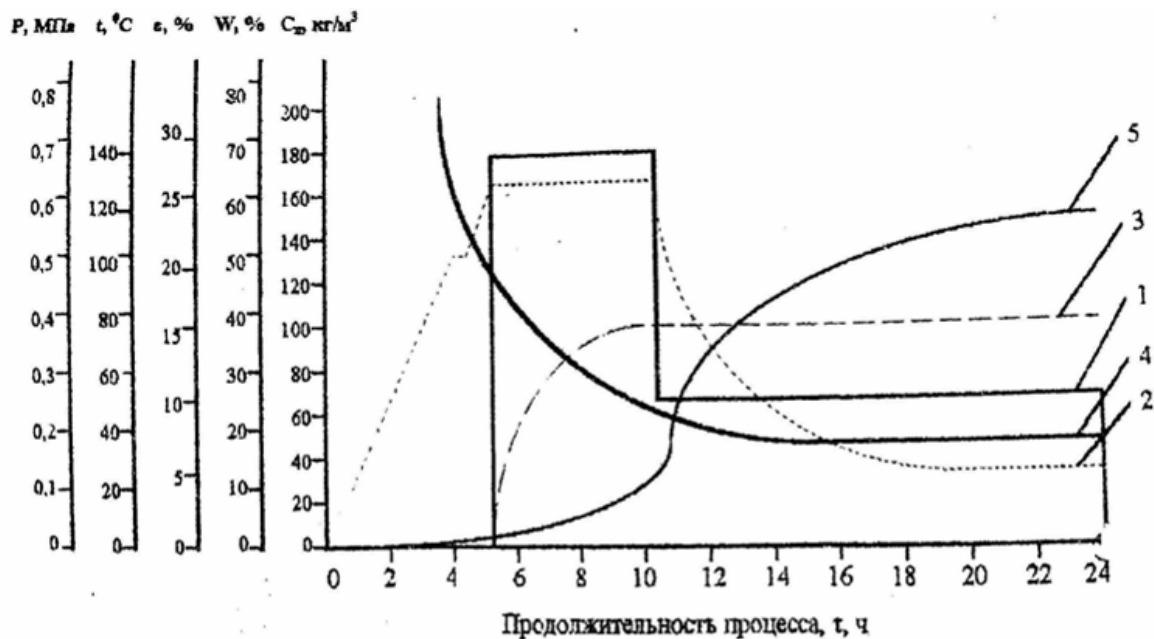


Рисунок 8 – Параметры технологического режима получения модифицированной древесины для шпал: 1 – удельная нагрузка, МПа; 2- температура антисептика $t^{\circ}\text{C}$; 3- деформация $\varepsilon\%$; 4 – влажность $W\%$; 5 – содержание антисептика в древесине $C \text{ кг/м}^3$

Библиографический список

1. Wood Chemical Modification with Alkenyl Succinic Anhydrides Bearing an Ester Group (17) Vaca-Garcia, Carlos 1,2; Pignolet, Olivier 1,2; Rekarte, Iona3; Murine, Oriol3; Borredon, Elisabeth 1,2 IUniversite de Toulouse, INP, LCA (Laboratoire de Chimie Agro-industrielle), Toulouse, France; 2INRA; LCA (Laboratoire de Chimie Agro-Industrielle), Toulouse, France; 3CIDEMCO, Biotek Department, Azpeitia, Spain
2. Шамаев В. А. Проблемы модифицирования древесины. – Известия высших учебных заведений «Лесной журнал», 2005, №6. 88 – 95 С.
3. Шамаев В. А. Строение и свойства модифицированной древесины – Труды IV международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины», С. Петербург, Т.1., 2004, с. 390 – 392.
4. Шамаев В. А. Модифицирование древесин. Учебное пособие, Воронеж: ВГЛТА, 2007, с. 385.
5. Патент РФ № 218 59 58 МПК В М 3/14 Способ изготовления деревянной шпалы. Авт. Шамаев В. А., Сидельников А. И., Томин А. А. Заявл.18.12.2000, опубл. 27.07.2002, бюлл.№21.
6. Патент РФ № 212 81 13 МПК В 27 Л 3/08 Способ получения модифицированной древесины. Авт. Шамаев В. А., Гвозденко С. П., Томин А. А. Заявл. 09.07.1996, опубл. 27.03.1999, бюлл.№11.
7. Патент РФ № 222 77 79 МПК В 27 К 3/10 Устройство для пропитки древесины под давлением. Шамаев В. А., Панявин С. Н., Скоридонов Р. В. Заявл.10.02.2003, опубл. 27.04.2004 бюлл.№12.
8. Патент РФ № 234 68 09 МПК В 27 К 3/02 Способ получения модифицированной древесины. Авт. Шамаев В. А., Медведев И. Н., Златоустовская В. В., Анучин А. И. Заявл. 04.04.2007, опубл. 20.02.2009, бюлл.№5.

Деревообработка в малоэтажном и индустриальном домостроении

Карапетян М.А., Раевская Л.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ДЕРЕВЯННОМ ДОМОСТРОЕНИИ POLLUTION-FREE FELT WOOLEN MATERIALS IN WOODEN HOUSING CONSTRUCTION

Выполнению национального проекта доступного, комфортного дешевого жилья содействует поиск новых современных видов строительства, а также экологически чистых, дешевых и долговечных материалов, способных выдерживать с большим запасом прочности особенности нашей климатической зоны. Перепады температур, влажность и снеговые нагрузки нашего региона способствуют ускоренному износу элементов конструкций. Сооружения должны выполнять свои функции в течение предусмотренного срока службы, воспринимать нагрузки и противостоять всем внешним воздействиям без потери несущей способности и без ограничений эксплуатационной пригодности.

Важнейшее значение в строительстве имеют перекрытия и кровли. Наиболее распространенной причиной ускоренного износа деревянных конструкций, в том числе и перекрытий, являются их периодическое увлажнение, особенно при перепадах температур. Это приводит к образованию и интенсивной жизнедеятельности дереворазрушающих грибов. Термин «химическая болезнь жилища» пришел из Японии, когда там было зафиксировано перенасыщение жилых помещений синтетическими материалами и выделениями в воздушную среду массы химических соединений продуктов деструкции. Это вызывает повышенную утомляемость, нервозность, осложнения в виде респираторных и аллергических заболеваний.

Вышеперечисленные факторы в значительной мере снижают срок службы конструкции, в особенности теплоизоляционного слоя. Поэтому считаем актуальной задачей подбор и создание экологически чистых материалов, способных противостоять негативным воздействиям. В качестве одного из экологически чистых материалов может служить базальтовый теплоизоляционный материал марки «КТлайт».

Проведенные нами расчеты показывают существенное преимущество базальтового теплоизоляционного материала марки «КТлайт» по сравнению с традиционными теплоизоляционными материалами. Благодаря этому материалу появляется возможность применения новых схем конструкций зданий, позволяющих увеличить жилую площадь в чердачной зоне. Стоит отметить, что данный материал обладает превосходными эстетическими качествами. В настоящей работе мы вычисляем некоторые физические параметры нового экологически чистого строительного материала типа «КТлайт». Показано, что этот материал экономически более выгодный, чем обычный материал для перекрытий, который используется при строительстве.

Традиционно перекрытия деревянных зданий выполняются следующим образом: на доски наката укладывают пароизоляционный слой (рубероид, полиэтилен, пергамин), затем теплоизоляционный слой (земля, глина, шлак). Для заполнения пустот

выполняется стяжка (цементные или известково-гипсовые растворы). Гидроизоляционный слой расположен на самом верху перекрытия (рубероид, шифер) (рис.1).

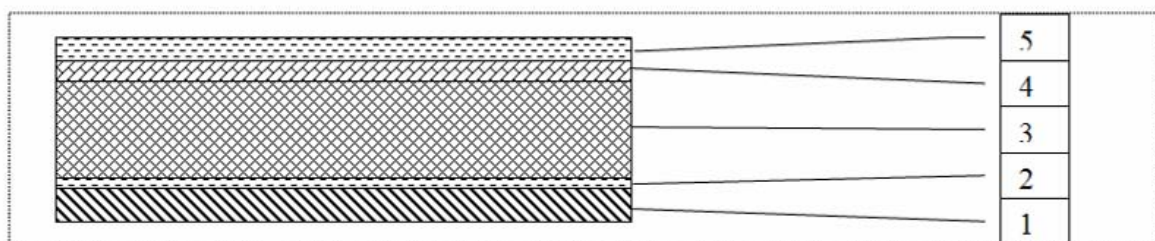


Рисунок 1 – Схема кровельного настила с использованием традиционных теплоизоляционных материалов; 1-доски наката; 2-пароизоляционный слой; 3-теплоизоляционный слой; 4-стяжка; 5-гидроизоляционный слой

Системно к решению экологических проблем стали подходить в рамках программы экологической реабилитации здоровья, которая реализуется именно на тех территориях, которые признаны экологически опасными. Как известно, тридцать городов Свердловской области признаны экологически неблагополучными территориями. Не менее сильное воздействие, чем загрязненная окружающая среда, влияет на человека, жилье, условия труда и т.д. Население довольно мало информировано о вопросах экологии и гигиены жилища. На экологию влияет и размещение самого здания, и внутреннее обустройство жилья и рабочее место.

Цель расчета - исследование теплоизоляционных свойств нового материала марки «КТлайт» используемого для перекрытия в деревянных зданиях. У данного материала высокие теплоизоляционные качества (теплопроводность $\lambda=0,038$ Вт/м $^{\circ}$ С; теплоусвоение $S = 0,73$ Вт/м 2 • $^{\circ}$ С), кроме того материал удобный в применении (лёгкий, его плотность равна $\gamma = 125$ кг/м 3), а также гибкий и абсолютно не горючий, экологически чистый и экономичный.

Из приведённых нами оценок по СНиП II-3-79** и согласно ГОСТ 2.1.005-76, требуемое сопротивление теплопередаче (R_0^{TP}) в нашем регионе при $n=1$; $t_B=22^{\circ}$ С; $t_H=-35^{\circ}$ С; $\Delta t^H = 4^{\circ}$ С; $\alpha_B=8,7$; $\alpha_H=12$ Вт/м 2 • $^{\circ}$ С получается равным

$$R_0^{TP} = \frac{1(22 + 35)}{4 \cdot 8,7} = 1,638 \text{ (м}^2\text{•}^{\circ}\text{С/Вт)},$$

где α_B - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности;

α_H - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности,

n – коэффициент принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций, t_B - температура внутреннего воздуха, t_H - температура наружного воздуха.

При использовании традиционных теплоизоляционных материалов сопротивление теплопередаче имеет значение $R_0=1,658$ (м 2 • $^{\circ}$ С/Вт).

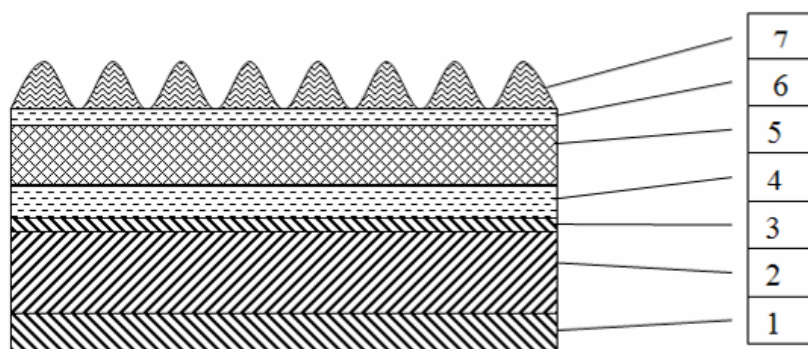


Рисунок 2 – Схема кровельного настила с использованием современного теплоизоляционного материала марки “КТлайт”; 1- доска-вагонка; 2- брус деревянный; 3- доска обрезная; 4- пароизоляционный слой; 5- теплоизоляционный слой; 6- гидроизоляционный слой; 7- черепица

При использовании теплоизоляционного материала “КТлайт”

R_0 - получается меньше по значению $R_0 = 1,643 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)}$. В обоих случаях

$R_0 > R_0^{\text{тп}}$, следовательно, требуемое сопротивление теплопередаче конструкции обеспечено. Однако применение нового теплоизоляционного материала даёт ряд важных преимуществ.

Во-первых, изменения происходят в толщине теплоизоляционного слоя. Если с использованием традиционного материала толщина (δ)

$\delta = 23 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$, то с материалом “КТлайт” даёт существенное преимущество:

Это уменьшение нагрузки от собственного веса теплоизоляционного материала.

$\delta = 40 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$, т.е. толщина теплоизоляционного слоя может быть уменьшена более чем в 5 раз.

Во-вторых, тепловая инерция (D) уменьшается более, чем в 2 раза. Так с использованием традиционного материала тепловая инерция $D = 4,705$, а

с использованием “КТлайт” $D = 2,261$, т.е. меньше в 2 раза. Из этого следует, что теплопроводность этого материала меньше в 2 раза, а тепло сохраняется дольше в 2 раза.

Таким образом, современный теплоизоляционный материал “КТлайт”, является материалом более лёгкого типа и имеет более выгодные термические качества.

Проведённые нами расчеты показывают существенное преимущество базальтового экологически чистого теплоизоляционного материала марки “КТлайт” по сравнению с традиционными теплоизоляционными материалами.

Кошкин А.В., Стрижаков Д.С. (ООО «Строник», г. Екатеринбург, РФ)
stronik@stronik.ru

**СКОРОСТНАЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СУШКА ДРЕВЕСИНЫ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И
ДОМОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ «ЭКОПАН»**
*HIGH-SPEED AND ENERGETICALLY EFFECTIVE DRYING OF WOOD
WITH LOW TEMPERATURE CONDITION USING OF A MODE AND
STRUCTURAL INSULATED PANELS «ECOPAN»*

Основная задача, поставленная Президентом РФ перед лесопромышленным комплексом России, заключается в постепенном прекращении экспорта древесины в круглом и необработанном виде, что указывает на необходимость увеличения доли качественной глубокой переработки древесины.

Другая, но не менее важная задача, обозначенная также и в Киотском протоколе, - снижение развитыми странами уровня выброса парниковых газов, что заставляет постепенно готовиться к снижению выбросов и заботиться о рациональном использовании энергии и тепла.

В связи с вышесказанным ясно, что для решения поставленных задач потребуются выведения технологий всего лесопромышленного комплекса на новый качественный уровень производства, способный в условиях мирового кризиса не уступать и даже конкурировать с ведущими мировыми лесопереработчиками - Финляндией и Канадой.

Одним из первых шагов, позволяющим это сделать, является разработанная и успешно внедряемая нами технология скоростной и энергоэффективной сушки древесины, получившей название – «Сушка древесины Мягким Ускоренным Режимом (МУР)».

Данная технология с 2006 года успешно применяется как для реконструкции действующих сушильных камер, так и для производства новых сушильных камер периодического действия. На сегодняшний день осуществлена реконструкция на 4 объектах 6 сушильных камер объёмом от 20 до 50 м³, и строительство 2 камер объёмом по 30 м³ каждая.

Обзор технологии. Как известно, процесс сушки древесины является очень энергозатратным и продолжительным по времени. Данные обстоятельства обусловлены следующими физическими свойствами древесины: низкой теплопроводностью и большим количеством неравномерно распределённой воды. Именно поэтому, простейшая задача по нагреву и испарению воды становится трудновыполнимой задачей.

Традиционно ускорения сушки добиваются за счёт повышения температуры, что приводит к снижению физико-механических показателей древесины, а проведением тепловлагообработок достигают допустимых для заданных видов изделий параметров внутренних напряжений. Всё это требует сложных комплексов аппаратуры управления многоступенчатым процессом сушки, а, следовательно, и высокой квалификации операторов сушильных камер.

Нами были проведены теоретические изыскания и ряд технологических исследований, результатами которых явилась *«математическая модель сушки»* позволившая на использовании одного из явлений возникающих при циклотронном резонансе разработать новую технологию сушки - «Сушку древесины Мягким Ускоренным Режимом». [1]

Применительно к сушке древесины суть циклотронного резонанса можно описать следующим образом: диполи воды под воздействием электромагнитного поля начинают более интенсивно двигаться, что приводит к уменьшению силы водородных связей и возникновению резонансного поглощения тепловой энергии молекулами воды.

1. уменьшается сопротивление передаче тепловой энергии к воде расположенной в глубине древесины, что приводит к уменьшению времени и количества энергии необходимой на нагрев;

2. снижается энергия отрыва воды от поверхности древесины, что даёт возможность существенно понизить температуру сушки, а также приводит к более равномерному распределению воды по всему сечению высушиваемого материала и исключает проведение тепловлагообработок.

Для создания эффекта циклотронного резонанса применяется специально разработанное устройство, входящее в комплект аппаратуры управления - **Блок-Модуль «НАНО»**.

Технологические параметры режима МУР сушки заключаются только в поддержании в камере заданной температуры по сухому термометру:

Таблица – Режим сушки любых хвойных пород толщиной до 75мм

Номер ступени	Прогрев	I	II	III	IV	Остывание
Температура, °С	До 50	45	50	55	60	на 2-3 в час
Продолжительность, ч	6-15	12-24	12-24	12-24	12-24	6-24

Общее время цикла сушки, например, сосновых пиломатериалов номинальной толщиной 50 мм от начальной до эксплуатационной влажности древесины 8% по второй категории качества составляет от 100 до 160 часов в зависимости от особенностей сушильной камеры и температуры прогрева-остывания.

С целью возможности настройки на МУР любых действующих сушильных камер разработаны «Методика исследования температурных, влажностных и аэродинамических полей сушильных камер» и «Метод аппаратной настройки сушильной камеры на МУР».

Особенности МУР сушки. Высушиваемый пиломатериал сохраняет природную окраску древесины, отсутствуют выступание смолы, покоробленности, трещины усушки, выпавшие сучки, а также внутренние напряжения. [2]

В связи с низкими температурами древесина сохраняет первоначальные прочностные характеристики по твёрдости и упругости, которые при сушке на температурах более 60°С снижаются на 10% и более. Соответственно, следуют такие явления:

1. улучшение качества поверхности после строжки;
2. отсутствие налипания смолы вблизи режущей кромки инструмента;
3. уменьшение засмоленности базовых поверхностей деревообрабатывающих станков;

- улучшение качества склейки либо покраски;
- уменьшение расхода абразивных материалов на шлифовке от 3 до 5 раз.
- увеличение продолжительности работы режущего инструмента между заточками.
- улучшение акустических свойств древесины, с возможностью получения высококачественных резонансных материалов.

Неоспоримым преимуществом МУР сушки является:

- увеличение производительности действующих и вновь вводимых камер на 20-50%;
- снижение энергозатрат на 20-50% (до 50 кВт на 1 кубометр высушенной древесины с применением рекуператора- теплообменника и до 100 кВт – без теплообменника) с аналогичным одновременным сокращением сроков сушки;
- снижение потерь материала от дефектов возникающих в процессе сушки со стандартных 3-5% до 1%, что при рыночной цене сухого пиломатериала в 6000 руб. даёт экономический эффект в 120-240 рублей с куба;
- устойчивое получение сухих пиломатериалов по 2 категории качества, а при необходимости и по 1 категории;
- возможность одновременной сушки пиломатериалов разного сечения и даже породы;
- возможность сушки пиломатериалов большого сечения – бруса 150-180 мм;
- возможность использования теплоносителя с температурой 65-70°С;
- увеличение сроков службы всех механизмов и ограждающих конструкций камеры, отсутствие коррозии;
- полное отсутствие технологической воды необходимой для увлажнения пиломатериала и питания фитиля мокрого термометра;
- возможность автоматизированной сушки древесины без использования воды в качестве теплоносителя, при использовании специализированных тепловоздушных генераторов типа ВН, таким образом, создан энергоэффективный аналог аэродинамической камеры; [3,4]
- отсутствие необходимости в реверсировании потока агента сушки;
- отсутствие потребности в квалифицированном персонале;
- возможность быстрого, за 5-6 часов обучения мастера (оператора) технологии сушки.

Исходя из особенностей низкотемпературного режима сушки, становится возможным применение более дешёвых и технологичных материалов для корпуса камеры. Наиболее удобной в монтаже и эксплуатации показала себя домостроительная Конструкционная Теплоизоляционная Панель «ЭКОПАН».

КТП ЭКОПАН - это многослойный домостроительный материал, состоящий из слоя специального водонепроницаемого пенополистирола толщиной 150-200 мм, запрессованного между двумя ориентированными стружечными плитами (ОСП). Готовый корпус представляет собой "термос" и являет собой монолитную конструкцию, не имеющую линейного температурного расширения. Герметичность лесосушильной камеры достигается за счет того, что панели раскраиваются с высокой точностью в заводских условиях, а монтаж панелей осуществляется с помощью герметичных замков типа "паз-шип". Для полного исключения диффузии водяного пара с внутренней стороны

сушильные камеры облицовываются листами алюминия через герметик. Для сушки только хвойных пород возможно применение даже оцинкованного листа. С наружной стороны камера облицована профильным оцинкованным листом. Расчетный срок эксплуатации - 20 лет. Сборка корпуса сушильной камеры производится за 1-2 недели в любое время года.

Внедрение технологии. Первое промышленное внедрение технологии проведено в декабре 2006 года на Камышловском ДОЗе, был реконструирован блок из 4-х сушильных камер с загрузкой по 30 м³ каждая.

На данный момент данная технология работает на 3-х производственных площадках: г. Алапаевск, г. Арамилы и с. Колташи Режевского района Свердловской области.

В г. Алапаевск ООО «Лесные традиции» занимающиеся выпуском домов из клеёного бруса отметили уменьшение расхода пиломатериалов из-за почти полного отсутствия дефектов сушки, исчезновение непрочности и разрыва клеевого шва вследствие отсутствия разброса влажности в доске, уменьшение расхода дров на котле, прекращение поломок двигателей вентиляторов вызванных высокой температурой.

Дальнейшие разработки. Дополнительно произведены отработки режимов в экспериментальной сушильной камере, расположенной на территории Коуровского ЛПХ, для сушки берёзы, лиственницы и экзотических пород – махагония, мербау, ипе. Полученные результаты сушки также подтверждают улучшение качества и сокращение нормативных сроков сушки.

Так, например, сушка необрезных берёзовых пиломатериалов толщиной 42 мм до влажности 10(±2)% прошла за 7,5 суток, сокращение по времени сушки относительно камеры «NARDI» составило 37% при одновременном снижении температуры сушки на 10°С. Время сушки лиственницы толщиной 100 мм до влажности 14 % составило 8 суток, сосны-100 мм до 10% -8 суток, экзотических пород ипе, мербау, махагония - 10 суток до 8%.

Данные полученные в ходе экспериментов показывают, что при наличии достаточной тепловой мощности сушку хвойных пиломатериалов толщиной до 60 мм возможно проводить за 50 часов.

В данный момент ведется проектирование камеры проходного типа способной сушить пиломатериалы до влажности 8% по 1 категории качества за 5 дней, брус сечением до 200 мм до влажности 12-14% за 10 -12 дней.

Изучается теоретическая и практическая возможность сушки деревянных срубов, а также возможность безпрокладочной камерной и прокладочной безкамерной сушки пиломатериалов. В ходе экспериментов стены дома из бруса толщиной 150 мм от 35% до 16 % были высушены за 4 дня.

Вывод. Разработанная технология сушки древесины Мягким Ускоренным Режимом позволяет в значительной мере продвинуться на пути к решению задач поставленной перед лесопромышленным комплексом России Президентом РФ и Киотским протоколом.

Технология МУР сушки обеспечивает:

1. качество сушки соответствующее мировым стандартам;
2. снижает общие затраты тепловой и электрической энергии не менее чем на 20%, а значит снижает и объем выбросов в атмосферу;

3. снижает фактический расход исходных сырых лесоматериалов, используемых для последующей переработки в столярные изделия и детали мебели на 3-20%;
4. конкурентноспособность готовых изделий из древесины на мировом рынке;
5. решение проблемы квалифицированного персонала, задействованного в процессе сушки.
6. возможность производства и реконструкции сушильных камер с использованием только оборудования производимого в Свердловской области.

Таким образом, при внедрении МУР сушки только в Свердловской области при объеме 50% производимых пиломатериалов – 500 тыс. м³ экономический эффект составит не менее 100 млн. рублей в год.

Библиографический список

1. Кошкин А.В. Проект модернизации сушильных камер на основе использования низкочастотного волнового эффекта». Отчет о НИР, номер проекта СЛ-20. – Екатеринбург, 2007г.
2. Кошкин А.В., Стрижаков Д.С., Корнилов Д.Г. Magic – достойный конкурент на рынке энергоэффективных сушильных камер. – Екатеринбург, Лесной Урал, №4 (36) июль-август 2008г.
3. Стрижаков Д.С. Газовые и тепловоздушные сушильные комплексы. –М: Тезисы докладов семинара «Сушка древесины. Проблемы и перспективные решения». 2003г.
4. Демин И.Л., Стрижаков Д.С., Бондарь А.Л. Топка для сжигания твердого топлива и тепловоздушный генератор. Патент на полезную модель РФ № 36488.

Курьянова Т.К., Платонов А.Д., Мильцин А.Н., Перегудов В.И.

(ВГЛТА, г. Воронеж, РФ) vgltawood@yandex.ru

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОЧАСТОТНО- КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПЕРЕПАДА ВЛАЖНОСТИ ПРИ СУШКЕ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

THE USE OF APPARATUS-PROGRAMME COMPLEX OF THE REMOTE CONTACTLESS OPERATIVE WOOD MOISTURE CONTROL IN THE PROCESS OF CONVECTIVE

Долговечность и качество построек из натуральной древесины зависит, прежде всего, от качественного проведения процесса сушки, т. е. от характера распределения влажности по сечению материала, а, следовательно, и наличия внутренних напряжений в нем.

Древесине, как биологическому конструкционному материалу, присущи изменчивость свойств, неоднородность строения, анизотропия, наличие пороков, способность усыхать, разбухать, коробиться и растрескиваться, загнивать и возгораться. Большинство перечисленных недостатков в значительной мере устраняются путем

сушки древесины. Срок ее службы качество высушенной древесины значительно выше, чем влажной.

Как показывает производственный опыт, многие предприятия при сушке древесины сталкиваются с серьезными проблемами. Одной из ключевых оказалась проблема достижения равномерного распределения влажности по толщине в материале большого сечения. Неравномерное распределение влаги вызывает неоднородную усушку на поверхности и в центре древесины, а, следовательно, и развития внутренних напряжений. При внутренних напряжениях превышающих допустимые древесина растрескивается, а при дальнейшей механической обработке отмечается изменение первоначальной формы изделий (рисунок 1).



Рисунок 1 – Поперечный срез древесины сосны высушенной по традиционной технологии конвективной сушки

Величина внутренних напряжений может быть определена по ГОСТ 11603-73 «Метод определения остаточных напряжений», методом предложенному Б.Н. Уголевым или в зависимости от перепада влажности по следующим уравнениям [1]

$$\bar{W} = W_n + \frac{2}{3} \cdot (W_u - W_n) \quad (1)$$

где \bar{W} , W_n , W_u – соответственно влажность средняя по сечению, на поверхности и в центре, %.

$$\sigma_H = \frac{\frac{K_\partial}{100} \cdot E}{1 + \frac{K_\partial}{100} \cdot W} (\bar{W} - W_n), \quad (2)$$

$$\sigma_H = \frac{\frac{K_\partial}{100} \cdot E}{1 + \frac{K_\partial}{100} \cdot W} (W_u - \bar{W}), \quad (3)$$

где K_∂ – коэффициент разбухания.

Возможность оперативного контроля характера распределения влаги по сечению материала и корректировки его в процессе сушки обеспечит высокое качество высушенного материала.

В настоящее время контроль состояния высушиваемого материала, осуществляют методом контрольных образцов. Данный метод прост и эффективен, но не позволяет установить характер распределения влаги по сечению в материале, а, следовательно, и качественное проведение процесса сушки материалов больших сечений.

Наиболее перспективным методом контроля является метод дистанционного контроля перепада влажности в высушиваемом материале.

Принцип работы беспроводного измерительного блока БИБ-ВТ1 основан на измерении температуры, электропроводности и диэлектрической проницаемости древесины и передаче информации о полученных значениях в цифровом виде на стандартной для телеметрических измерений частоте 433,92 МГц. Временной интервал между последовательными моментами измерения и выдачи информации составляет 10 ± 1 мин. Погрешность измерения влажности древесины не более 2 %, температуры - не более 0,5 °С. Работоспособность измерительного блока сохраняется при длительном воздействии высокой температуры в процессе сушки до 120 °С.

Бесперебойная работа телеметрического радиоканала обеспечивается при толщине бетонной плиты или кирпичной кладки между приемным и передающим блоками не более 0,65 м. Конструкция данного измерительного блока защищена патентом РФ [2].

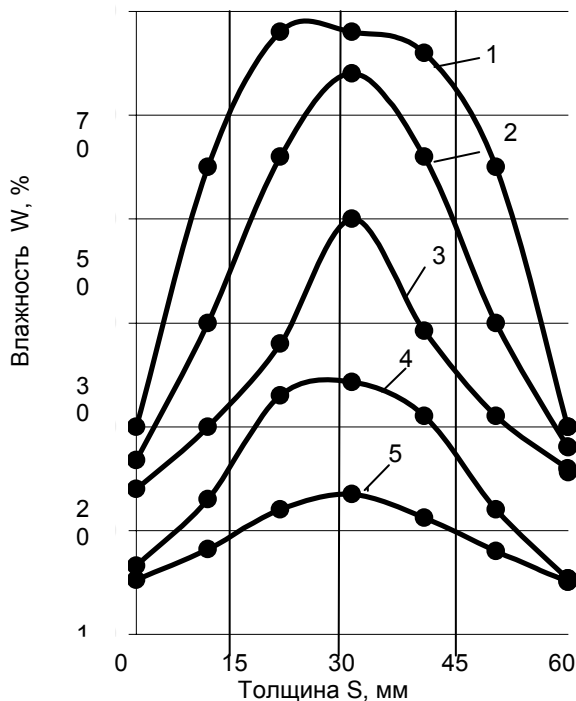
Для оценки возможности использования аппаратно-программного комплекса дистанционного бесконтактного оперативного контроля перепада влажности по сечению древесины были проведены опытные сушки.

Объекты и методы исследования

Опыты проводились на древесине сосны, произрастающей в Воронежской области. Из свежесрубленной древесины были выпилены пиломатериалы толщиной 60 мм. Затем они были уложены в штабель на прокладках толщиной 25 мм.

Сушка образцов осуществлялась в стационарной лесосушильной камере периодического действия низкотемпературными режимами согласно РТМ.

Значения перепада влажности древесины и его изменения в процессе сушки определялись посредством комбинированных радиочастотно-кондуктометрических датчиков влажности и контролировались по секциям влажности. Возможность радиочастотной передачи данных исключает возможность отказов системы контроля



1 – $W_{ср} = 47\%$; 2 – $W_{ср} = 44\%$; 3 – $W_{ср} = 38\%$;
4 – $W_{ср} = 20\%$; 5 – $W_{ср} = 12\%$

Рисунок 2 – Кривые распределения влажности по толщине в процессе конвективной сушки

влажности при механических воздействиях на соединительные кабели в процессах загрузки и выгрузки сушильных камер.

Блок обработки и индикации выполнен на базе карманного персонального компьютера (КПК) и производит обработку полученной информации и выводом на экран текущих параметров процесса – температуру, влажность, измеренную кондуктометрическим методом, влажность, измеренную радиочастотным методом, среднее значение перепада влажности в месте установки измерительного блока, среднее значение влажности и среднюю температуру.

Результаты исследования

На рисунке 2 представлены кривые распределения влажности по сечению материала из древесины сосны в процессе традиционной конвективной сушки, построенные по результатам непрерывного определения перепада влажности в материале по влажностным секциям.

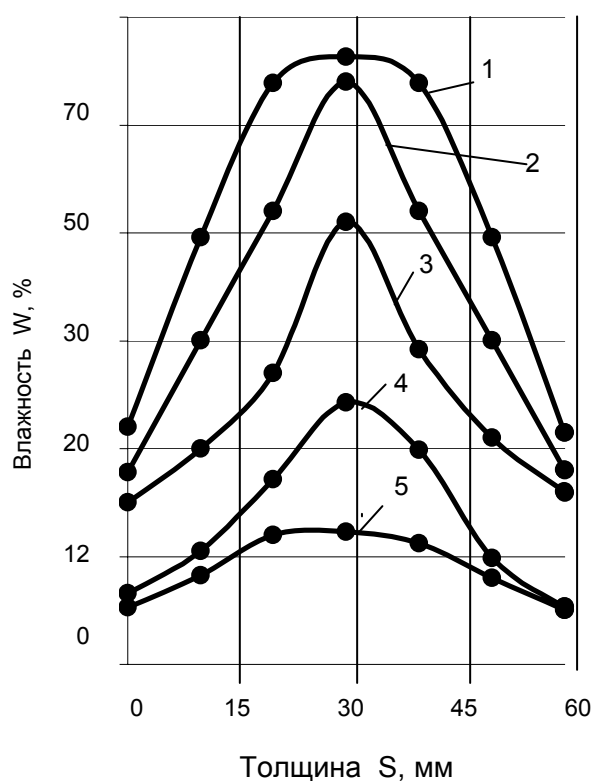
На рисунке 3 представлены кривые распределения влажности по сечению в процессе традиционной конвективной сушки, построенные по показаниям датчиков радиочастотно-кондуктометрического измерителя.

На первом этапе сушки, когда в древесине присутствует свободная влага (рисунки 2 и 3 кривые 1, 2 и 3), показания датчиков влажности несколько выше значений полученных по секциям влажности.

На втором этапе сушки, когда в древесине осталась только связанная влага (кривые 4 и 5) показания датчиков влажности несколько ниже значений полученных по секциям влажности. Однако, как на первом, так и на втором этапе сушки величина погрешности измерительного блока не превышает 2 %.

Заключение

В результате выполненных исследований установлено, что показатели перепада влажности в материале при сушке определенные с использованием радиочастотно-кондуктометрических датчиков влажности практически совпадают с показателями перепада влажности определенным традиционным методом по секциям влажности.



1 – $W_{cp} = 42 \%$; 2 – $W_{cp} = 35 \%$; 3 – $W_{cp} = 24 \%$;
4 – $W_{cp} = 18 \%$; 5 – $W_{cp} = 12 \%$

Рисунок 3 – Кривые распределения влажности по толщине в процессе конвективной сушки с использованием комплекса дистанционного бесконтактного оперативного контроля

Таким образом, использование радиочастотно-кондуктометрических датчиков влажности может быть рекомендовано для проведения процесса конвективной сушки древесины больших сечений, в частности, оцилиндрованных бревен или бруса для деревянного домостроения.

Возможность непрерывного контроля величины перепада влажности по сечению (градиента влажности) позволит оперативно корректировать процесс сушки древесины (своевременный переход на последующую ступень сушки и назначение влаготеплообработки), тем самым повысить качество высушиваемого материала, уменьшить количество брака по короблению и растрескиванию, а также существенно снизить энергозатраты, т.е. проводить процесс сушки по энергосберегающей технологии.

Библиографический список

1. Серговский, П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины [Текст] / П. С. Серговский. – М. : Лесн. пром-сть, 1975. – 400 с.
2. Пат. 2263257 РФ, МПК7 F 26 В 1/00, 3/04. Устройство для контроля влажности пиломатериала [Текст] / Аликов Б.А., Лазарев А.П., Кудряш В.И., Пручанский С.И., Сигов А.С., Даринский Б.М., Мильцин А.Н.; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2006147185/28; заявл. 28.12.06; опубл. 10.09.08, Бюл. № 25. – 4 с.

Трофимов С.П., Кузьмич Н.С. (БГТУ, г. Минск, РБ) tsp46@mail.ru

ТРЕХСЛОЙНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЩИТЫ С ТОРЦОВЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ *TRIPLEX CONSTRUCTION PLATES WITH FILLER FROM CROSSCUTED WOOD*

Разработана конструкция клееного трехслойного строительного щита [1], включающая два тонких наружных слоя (обшивки) из тонкого листового материала и средний слой в виде рамки брусков обвязки и торцового заполнителя из низкосортной древесины - круглых лесоматериалов (рис.), брусков и кусковых отходов массивной древесины, образующихся в деревообрабатывающем производстве.

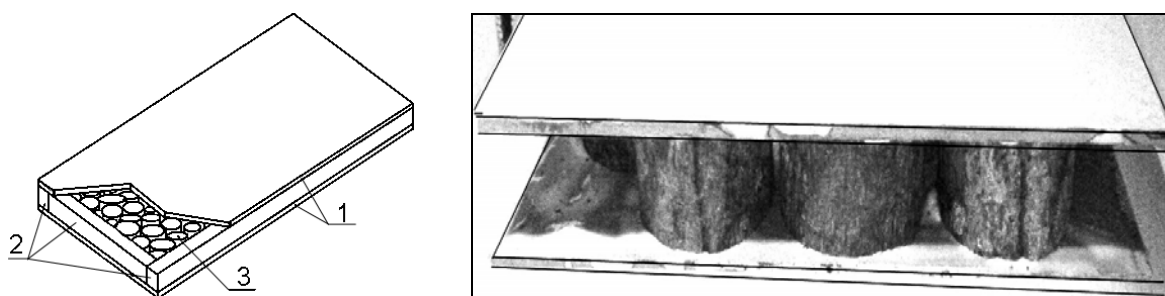


Рисунок 1 – Трехслойный строительный щит: 1 – обшивки; 2 – бруски обвязки; 3 – торцовый заполнитель из круглой тонкомерной древесины

Для изготовления заполнителя среднего слоя трехслойных щитов в настоящее время используются низкосортные пиломатериалы, деловые кусковые отходы пиломатериалов, бракованные детали, древесностружечные и волокнистые плиты, фанера, шпон лущеный, картон, специальные бумаги и другие материалы.

Широко применяемый брусковый заполнитель из низкосортных пиломатериалов производства имеет стоимость более высокую в сравнении с предлагаемым. К тому же, в процессе эксплуатации щитов с заполнителем из брусков укладываемых параллельно пласти изделий появляется волнистость, обусловленная изменением влажности брусков заполнителя и обвязки, усиливающаяся при разной ориентации годичных слоев элементов конструкции.

Сотовые заполнители из листовых материалов трудоемки в изготовлении, кондиционные исходные материалы для них имеют высокую стоимость. Кроме того, сотовые заполнители не обеспечивают высокой жесткости пластей щитов.

Основными преимуществами предложенной конструкции по отношению к изделиям, изготавливаемым промышленностью, являются: использование в качестве заполнителя дешевой древесины; снижение затрат энергии на получение и сушку заполнителя; улучшенные качественные показатели щитов (плоскостность, волнистость поверхности); уменьшение зависимости от усушки разбухания заполнителя при эксплуатации в условиях переменной влажности; возможность изготовления строительных изделий в широком диапазоне толщин.

Получение короткомерных элементов заполнителя непосредственно из тонкомерных круглых лесоматериалов позволяет сократить потребление электроэнергии при механической обработке (она расходуется только на поперечный раскрой).

Наибольшую величину коэффициента влагопроводности древесина имеет вдоль волокон [2], а усушка древесины в этом направлении практически отсутствует [2]. Учитывая форму и размеры заполнителя и вышеуказанные свойства древесины, сушка такого заполнителя до необходимой влажности происходит со значительно меньшими затратами тепловой энергии, а практическое отсутствие усушки и набухания древесины вдоль волокон исключает возможность появления волнистости поверхностей щита в процессе его эксплуатации.

Разработанные трехслойные щиты весьма экономичны, так как на их изготовление расходуется небольшое количество ценного листового материала, а основная доля объема приходится на внутренний слой – торцовый заполнитель из древесины пониженного качества.

Заполнитель, изготавливаемый из тонкомерной древесины, получаемой в процессе рубок ухода, лесозаготовок и в садово-парковом хозяйстве представляет собой короткомерные круглые заготовки диаметром 50...150 мм. Он является более эффективным с точки зрения рационального использования древесины и энергосбережения в процессах раскроя, механической обработки и сушки материала.

Низкая стоимость неликвидной древесины в сравнении со стоимостью традиционных стандартных видов сырья, материалов и полуфабрикатов, а также использование энергосберегающей технологии может обеспечить более низкую стоимость изготовления продукции для строительных целей.

Вышеуказанные обстоятельства определяют актуальность разработки конструкции, технологии и оборудования, которые обеспечат использование низкокачественной древесины в производстве широко применяемых в строительстве щитовых элементов.

Щиты характеризуются улучшенными показателями плоскостности (отклонение не более 2 мм/м) и волнистости (не более $\pm 0,2$ мм) по отношению к распространенным изделиям с традиционным брусковым наполнителем. Плотность щитов с наполнителем из круглой тонкомерной древесины и наличием пустот, составляет 370...500 кг/м³.

С учетом условий применения изделий возможно изготовление трехслойных щитов толщиной 20...100 мм, шириной 200...1000 мм и длиной 500...2000 мм. При необходимости, они могут быть облицованы строганым шпоном или другим декоративным материалом.

Трехслойные щиты с торцовым наполнителем из древесины могут быть использованы для изготовления дверных полотен, межкомнатных перегородок и других изделий строительного назначения.

Библиографический список

1. Щитовое изделие: пат. на полезную модель 5046 Респ. Беларусь, МПК(2006) E04C 2/10 B27M3/08 / Н.С. Кузьмич, С.П. Трофимов; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т. – ВУ № 5046 U 2009.02.28; заявл. 17.04.08; опубл. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2009. - № 1 (66).

2. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б.Н. Уголев.. - М.: МГУЛ, 2007. – 351 с.

Mazzoli Andrea (*Engineer Association, Parma, Italy*)

andrea@andreamazzoli.com

THE CONSTRUCTION TECHNOLOGY EVOLUTION WITH THE PURPOSE OF ENERGY CONSUMPTIONS REDUCTION AND SAFETY INCREASE IN WOODEN HOUSE-BUILDING IN ITALY

The Italian legislation and government aim to address designers and manufacturers to the construction of more sustainable buildings and with a decreasing energy consumption; this is associated with increase in the technological performance of the manufactured goods production for construction that makes the realization of such constructions faster and cheaper, relatively to the result achieved. In this direction the incentive of wood construction, seen as the first material constituent the construction elements itself, has undergone a consistent increase compatibly with the recovery of a construction textile that has considerable historical - architectural and landscape quality.

Today following the dark years in which the use of concrete has spread as a result of the ease of modelling and the simplicity and security in the implementation of lugs, and then to an even more dominant use of brick bearing the costs of production, packaging and laying relatively low, the attention to a more careful search of housing and working comfort has led the world of architectural and technological design to consider constructive possibilities that

combine primitive building materials with the new technologies of the XXI century. In this direction it is clear that the wood derivatives and the building techniques so-called “dry” fit overbearingly in this viewpoint.

Moreover, Italy that has signed and ratified the Kyoto Protocol is practically free of raw materials, therefore, is extremely careful to use the primary materials for the production of manufactured goods for construction as well as to the sustainable exploitation of them. It is known that in Italy the territory is considered to be an exploitable resource, therefore, it needs to be reintegrated for sustainability and urban planning.

In this regard, the concept in the construction industry has always embraced more the view of interaction with the environment in which it is inserted and the man who uses it, whereas, considering the building involucres and its technological contents as an active machine and not as a monolith that is used passively.

The European Community that is highly attentive to the sustainability themes has issued a series of directives that each Member State has implemented with its own regulations that are revolutionizing the way of construction according to the energy resources exploitation. Today in Italy, beyond the obligations in plant constructions, there are also contemplated obligations in building technologies.

Italy has been divided into so-called thermal zones on the basis that, while in northern regions of the Alps winter temperatures are around -20°C and the hygroscopicity together with the wind make the conditions of housing constructions heavy; in the south the solar radiation is almost equivalent to the North African regions with the temperatures of $+40^{\circ}\text{C}$ in the shade, this may cause the warm-up of internal volumes due to the thermal inertia of building involucres. From this we can understand how the technological housing construction typologies in Italy are radically different from region to region and how rarely the transplantation of forestry technologies is possible.

Nevertheless, in Italy the wood as the primary construction material has always been present throughout all its territory, although the country is not provided exceedingly with them.

Today the technological packages that meet the law application regarding the sustainability more often take into account the plant-derived elements, particularly in dry outputs that have an excellent performance in terms of housing comfort and a high resistance to seismic actions as well as the recognition of the structural behaviour in fire situations that makes the intervention of rescue teams safer.

Such technological solutions of building involucres are multilayer solutions where each layer should help to give an answer to a particular act of nature. Thus, for example, an external insulating layer placed at the outer barrier of a construction element, endowed with an important mass, helps to slow down the process of thermal shift, i.e. that process that, especially in the southern regions of Italy, helps the night temperatures not to mitigate by the effect of daily overheating of the perimeter walls. Similarly, during the winter months in northern regions the ice put on the vertical surfaces by means of wind will find an appropriate barrier slowing down the cooling of the internal bearing and structural surfaces with great thermal inertia.

For this purpose, the wood having a low thermal inertia allows to create vertical and horizontal septum with low intrinsic mass and, consequently, with low inertial mass (seismic

actions) and thermal mass (weather) even with constructive measures significantly reduced in comparison to the same concrete (CLS) and bricks constructions of the last generation.

The last but not the least, the solutions in wood are particularly suitable in the elimination of thermal bridges due to the gap in technological construction stratigraphies in some building nodes, as the material workability makes it suitable for all possible constructions.

Generally in Europe the timber constructions have always found a wide application even in sophisticated architecture. An application example is the "Timber Tower" of Waugh Thistleton (Murray Grove, London, 2007). This construction completely built in laminated wood has permitted to save several hundreds of tons of carbon dioxide emissions in the atmosphere rising for nine floors with angular balconies on each floor.

The technologies related to the wood constructions can also be CLS mixed and plant derivatives, resulting in an optimization of surfaces that must satisfy both the exceptional mechanical performance (walls against the ground and restraint walls for the land steps construction) as the performance of energy consumption containment. In this regard, the production of plant-derived blocks uses timber production wastes inerting and mixing them with combining mortar; thus, obtaining quarterdeck blocks of various shapes and thicknesses, some with an insulation slab already installed, which do not require mortar or binding for the erection using only the joints between the blocks. Subsequently these blocks will be disposed internally creating a concrete septum which will give the vertical septum with the required mechanical and energy performance. Moreover, these blocks are characterized by a good environmental sustainability.

While in Russia the problem of summer conditioning is not felt a lot, in Italy it is one of the reasons that determine the greatest energy expenditure, particularly of the electric type. Vice versa, the winter climatization of the residential volumes, offices and more generally of the rooms where the people are present, is extremely burdensome in Russia. So, in both cases the problem of wood construction is to provide hollows and technical spaces that can be equipped with pipes of both the fluids as the electric types. In addition to the structural problem, designers and constructors should be especially attentive to the implementation of calcium silicate plasterboards suitable to hold fire, smoke and heat between anti-fire compartments.

In this regard, Italy is developing and expanding the production of hot and cold fluids, that may be of use in summer and in winter, by means of geothermal heat flow pumps. This technology allows not to distribute fossil fuels inside the buildings realizing the production of these fluids by means of electric power assisted only by enthalpy that water, air or land are holding. In this way, an eventual realizing of stoves and ovens entirely with electricity will made the fossil fuels be completely excluded from the real estate provisions. It's clear that in Italy there is a possibility of exploiting of a lot of solar energy that radiates this country because of its position, where the solar radiation varies from 800 to 1200 kWh/mq per year.

Such contribution permits not only to produce hot water or heating, but can also produce cooler fluids in summer by means of absorption machines.

The electricity consumption aimed to produce all these sources of energy used for construction can be amortized by the use of photovoltaic panels that have government incentives in Italy and other EU countries (who more or less); thus, creating a virtuous cycle of energy self-sufficiency of every single construction.

Прогрессивное деревообрабатывающее оборудование и инструмент

Васильченко П.С., Майшев А.В., Фролова М.И., Швырева Я.И.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) cbp@usfeu.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫНУЖДЕННЫХ ПОПЕРЕЧНО-ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТРУБЧАТЫХ ВАЛОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН *THE THEORETICAL STUDIES OF THE FORCED TRANSVERSELY FLEXURAL OSCILLATIONS OF THE TUBULAR SHAFTS OF THE PAPER MACHINES*

Все сетко-, сукно- и бумаговедущие валы бумагоделательных машин (БМ) являются трубчатыми, вращающимися в подшипниках качения преимущественно сферических самоустанавливающихся.

Валы являются основными виброактивными элементами БМ. От обоснованного выбора параметров валов существенно зависит надежность и эффективность эксплуатации БМ. Повышенная вибрация отрицательно влияет на качественные показатели бумажного полотна, увеличивает динамические нагрузки на конструктивные элементы БМ, интенсифицирует износ и повреждения машин [1].

Для обоснования выбора конструктивных параметров валов и технических решений, обеспечивающих виброзащиту на стадии проектирования БМ, требуется выполнение их вибрационных расчетов, в основе разработки которых лежат динамические и математические модели вибрации и их теоретические исследования.

В работе, выполненной под руководством доц. Н.В. Куцубиной, исследуется упрощенная модель поперечно-изгибных колебаний трубчатого вала, основанная на разложении деформации системы при колебаниях по главным формам соответствующей консервативной системы [2].

По первой форме вал колеблется под действием статически неуравновешенного вала (рис.1). Сила инерции неуравновешенных масс вала определяется по формуле

$$F_u = m(e_c + z_d, z_o),$$

где m - масса вала;

e_c - статический удельный дисбаланс;

z_d - динамический прогиб вала;

z_o - динамическая деформация опоры.

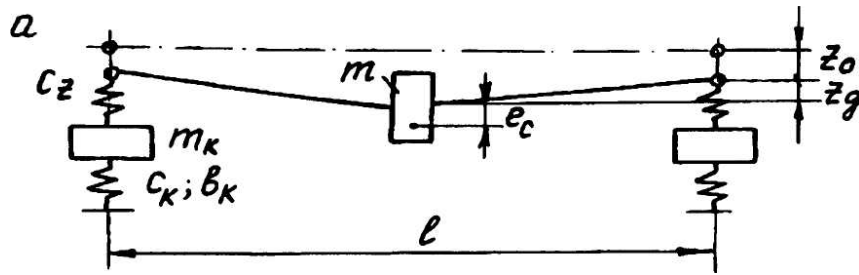


Рисунок 1 – Первая форма колебаний вала: m_k – масса корпуса подшипника; C_z – коэффициент упругих сопротивлений цапф и подшипников качения; $C_k; b_k$ – коэффициенты упругих и неупругих сопротивлений корпусов подшипников; l – длина пролета вала

При симметричном вале сила инерции неуравновешенных масс распределяется поровну между опорами. Движение вала рассматривается в одной из опор (рис. 2) и описывается уравнениями:

$$\begin{aligned} m \ddot{z}_B + b_B(\dot{z}_B - \dot{z}_U) + C_B(z_B - z_U) &= m e_c \omega^2 \cos \omega t; \\ m_k \ddot{z}_k + b_k \dot{z}_k + b_z(\dot{z}_k - \dot{z}_U) + C_k z_k + C_z(z_k - z_U) &= 0; \\ 2b_z(\dot{z}_U - \dot{z}_k) + 2C_z(z_U - z_k) &= b_B(\dot{z}_B - \dot{z}_U) + C_B(z_B - z_U), \end{aligned} \quad (1)$$

где $z_{B,U,k}$ – соответственно перемещение вала, цапфы, корпуса подшипника; C_B – условная жесткость вала на жестких шарнирных опорах, определяемая по первой собственной форме колебаний,

$$C_B = \pi^4 E I / l^3;$$

$C_{B,z,k}; b_{B,z,k}$ – соответственно коэффициенты неупругих сопротивлений вала, подшипника и корпуса подшипника; e_c – статический дисбаланс вала.

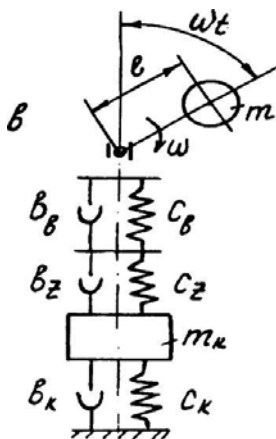


Рисунок 2 – Упрощенная динамическая модель вала: $C_z; b_z$ – коэффициенты упругих и неупругих сопротивлений цапфы вала; $C_B; b_B$ – условные жесткость и коэффициент неупругих сопротивлений вала на жестких шарнирных опорах; $C_k; b_k$ – коэффициенты упругих и неупругих сопротивлений корпуса подшипника; ω – угловая скорость вращения вала; m – масса вала; m_k – масса корпуса подшипника; e_c – статический удельный дисбаланс.

Обозначим:

$$\begin{aligned} 2m_k / (m + 2m_k) &= \mu; C_B / m = \lambda_B^2; 2C_Z / m = \lambda_Z^2; \\ 2C_{kz} / (m + 2m_k) &= \lambda_k^2; \alpha_Z = m\lambda_Z / (2b_Z); \alpha_B = m\lambda_B / b_B; \\ \alpha_k &= (m + 2m_k)\lambda_k / (2b_k); \eta_{B,Z,k} = \omega / \lambda_{B,Z,k}; \lambda_{Z,k}^2 / \lambda_B^2 = 2C_{Z,kz} / C_B = K_{Z,k}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\lambda_{B,Z,k}$; $\alpha_{B,Z,k}$ - соответственно собственные частоты колебаний и коэффициент динамического усиления колебаний при резонансе парциальных систем; μ и $K_{k,z}$ - отношения масс и жесткостей; $\eta_{B,Z,k}$ - частотные отношения парциальных систем.

В качестве парциальных систем выбраны: упругий вал на абсолютно жестких шарнирных опорах (λ_B ; α_B); жесткий вал на упругодемпфирующих подшипниках при неподвижных корпусах опор (λ_Z ; α_Z); жесткий вал, связанный жестко с корпусами опор на упругодемпфирующих опорах корпусов (λ_k ; α_k).

Решение (1) ищется в виде:

$$z_u = S_{u1} \cos \omega t + S_{u2} \sin \omega t, \quad (3)$$

где $u = B, Z, k$.

Подставив решение (3) в систему уравнений (1) с учетом (2), получим следующую систему алгебраических уравнений (4):

$$\begin{vmatrix} (1-\eta_B^2) A_1 & -1 & -A_1 & 0 & 0 \\ -A_1 & (1-\eta_B^2) A_1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & -A_1 & (1+K_Z) (A_2+A_1) & -K_Z & -A_2 \\ A_1 & -1 & -(A_2+A_1) (1+K_Z) & A_2 & -K_Z \\ 0 & 0 & -K_Z (1-\mu) & -A_2 (1-\mu) & A_3 & A_4 \\ 0 & 0 & A_2 (1-\mu) & -K_Z (1-\mu) & -A_4 & A_3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} S_{B1} \\ S_{B2} \\ S_{Z1} \\ S_{Z2} \\ S_{k1} \\ S_{k2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} e_c \eta_B^2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$$

где $A_1 = \eta_Z / \alpha_B$; $A_2 = \eta_Z \sqrt{K_Z} / \alpha_Z$; $A_3 = [K_k + K_Z(1-\mu) - \mu\eta_B^2]$; $A_4 = [\sqrt{K_k} \eta_B / \alpha_k + A_2(1-\mu)]$.

Амплитуды виброперемещений вала S_e , цапфы S_u и корпуса подшипника S_k определяются по формуле:

$$S_{\alpha u} = \sqrt{S_{u1}^2 + S_{u2}^2}.$$

Решая систему уравнений (4), можно определять ожидаемые значения виброперемещений вала, цапф и корпусов подшипников при заданных нормативных значениях неуравновешенности. Графическое представление решения системы уравнений (4) показано на рисунке 3.

На рисунке 4 представлены амплитудно-частотные характеристики корпуса подшипника вала при различных значениях коэффициентов упругих и неупругих сопротивлений. Возможность оценки амплитуд виброперемещений при изменении массово-жесткостных характеристик очень полезна при принятии решений о выборе наиболее эффективного метода виброзащиты при проектировании и модернизации машин.

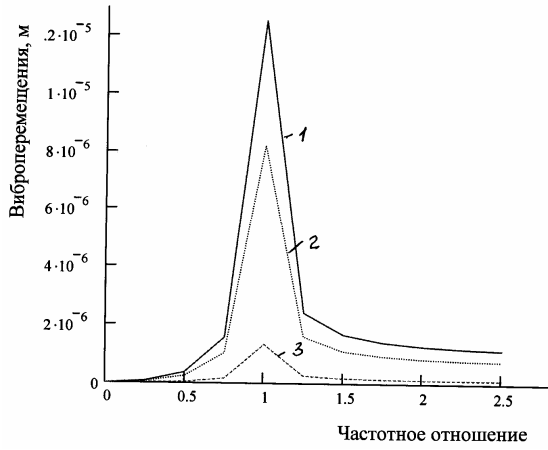


Рисунок 3 – Амплитудно-частотные характеристики трубчатого вала при нормативном значении неуравновешенности: 1 – вала; 2- цапфы вала; 3 – корпуса подшипника

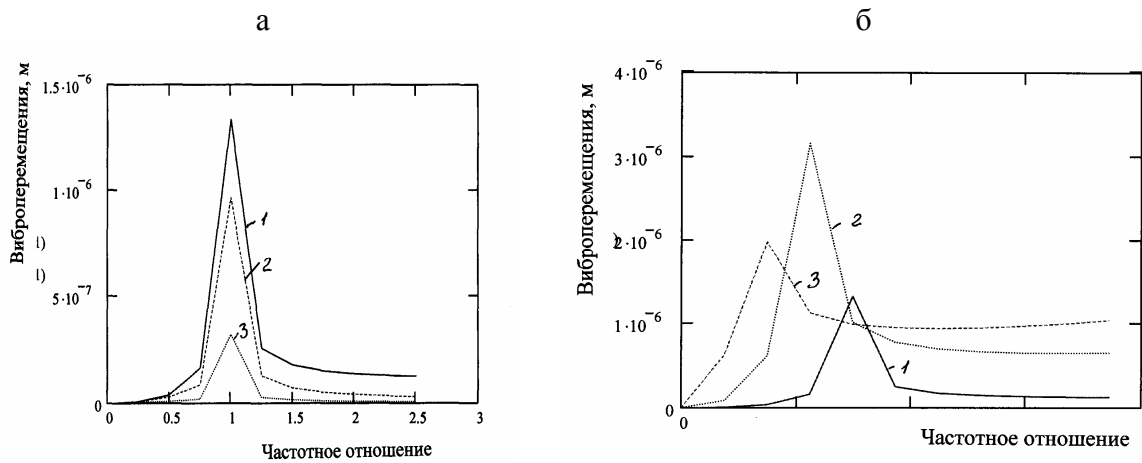


Рисунок 4 – Амплитудно-частотные характеристики корпуса подшипника вала при различных значениях коэффициентов: а - неупругих сопротивлений:

1 – $b_k = 10^6$ Н м/с; 2 – $b_k = 10^5$ Н м/с; 3 – $b_k = 10^4$ Н м/с

б - упругих сопротивлений: 1 - $C_k = 10^6$ Н/м; 2 - $C_k = 10^5$ Н/м; 3 - $C_k = 10^4$ Н/м

Следует отметить, что представленная модель вынужденных поперечно-изгибных колебаний трубчатого вала применима, если масса корпуса подшипника с учетом присоединенной массы поддерживающей конструкции не превышает массы самого вала.

В противном случае, а также, если коэффициент упругих сопротивлений корпуса подшипника превышает коэффициент упругих сопротивлений вала, модель вынужденных колебаний вала можно представлять в виде сосредоточенной массы, установленной на шарнирной опоре.

Библиографический список

1. Виброакустические процессы в оборудовании целлюлозно-бумажных производств/ Под ред. В.Н. Старжинского, А.А. Санникова. – Екатеринбург: Уральск. гос. лесотехн. акад., 1995. – 149 с.
2. Санников А.А. Вибрация и шум технологических машин и оборудования лесного комплекса/ А.А. Санников, В.Н. Старжинский, Н.В. Куцубина, Н.Н. Черемных, В.П. Сиваков, С.Н. Вихарев. - Екатеринбург: Урал.гос.лесотехн.ун-т, 2006. – 484 с.

Гаранин В.Н. (БГТУ, г. Минск, РБ) victor-garanin@tut.by

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ *ENERGY COMPONENT OF PROCESS OF WOOD PLANING*

Повышение скорости взаимодействия режущего элемента инструмента с обрабатываемым древесным материалом ведет к снижению времени возникновения сил резания и тем самым снижает ударный импульс, действующий на резец. Однако с другой стороны при этом повышаются инерционные силы, действующие на привод механизма резания как со стороны стружки на резец, так и со стороны неуравновешенности деталей привода, что приводит к обратному эффекту. Оценим влияние некоторых выше представленных факторов на импульс, силу и мощность фрезерования древесины. Для этого воспользуемся некоторыми общими законами механики и сопротивления материалов с учетом динамики процесса взаимодействия инструмента с обрабатываемым материалом.

При открытом фрезеровании энергия привода механизма резания расходуется на:

- 1) Получение требуемой поверхности (разделение материала) (Эр);
- 2) Придание кинетической энергии стружки (удаление материала) (Эк);
- 3) Образование стружки (ее смятие и трение сопрягаемых поверхностей) (Эсм).

Первая составляющая зависит от свойств материала и его ширины. Воспользуемся данными эксперимента по внедрению резца в испытываемый материал, Дж

$$\dot{Y}_r = \frac{F(\delta = 0)}{b_0} b \cdot \dot{l} = f_b(x) \cdot b \cdot \dot{l} \quad (1)$$

где $f_b(0)$ – единичная сила сопротивления разделению материала, Н/мм;
 $F(\delta = 0)$ – средняя сила внедрения при нулевом угле заострения, Н.

Таблица 1 – Анализ экспериментальных данных [1]

Порода	ψ , град	Сила $F(0)$, Н	b_0 , мм	$f_b(0)$, Н/мм
сосна	0	0,034	14,2	0,00239
	90	0,053	14,0	0,00379
береза	0	0,027	12,5	0,00216
	90	0,059	12,7	0,00465
дуб	0	0,027	10,2	0,00265
	90	0,071	9,0	0,00789

Для продольно торцевого фрезерования промежуточная единичная сила находится по зависимости, Н/мм

$$f_b(\psi) = f_b(0) \cdot \frac{l_{\parallel}}{l_{\parallel} + l_{\perp}} + f_b(90) \cdot \frac{l_{\perp}}{l_{\parallel} + l_{\perp}} \quad (2)$$

где l_{\parallel} – длина хода резца вдоль волокон, мм;
 l_{\perp} – длина хода резца поперек волокон, мм.

Составляющая импульса на разделение материала, Нс

$$p_r = \frac{F(\delta = 0)}{b_0 \cdot V_e} b \cdot \overset{\cup}{l} = f_b(0) \cdot b \cdot \frac{\overset{\cup}{l}}{V_e} \quad (3)$$

Составляющая мощности на разделение материала, Вт

$$P_r = \frac{F(\delta = 0)}{b_0} b \cdot V_e = f_b(0) \cdot b \cdot V_e \quad (4)$$

Находим вторую составляющую мощности резания при условии, что падение скорости на дуге контакта пренебрежительно мало.

Сила инерции стружки, Н

$$F_i = m \cdot \frac{V_e}{T} = S_z \cdot b \cdot h \cdot \rho \cdot \frac{V_e}{T} = e \cdot b \cdot \rho \cdot V_e^2 \quad (5)$$

где m – масса стружки, кг;

T – время взаимодействия реза с материалом, с;

ρ – плотность материала, кг/м³.

Энергия, затрачиваемая на придание кинетической энергии стружке, Дж

$$\mathcal{E}_i = e \cdot b \cdot \rho \cdot V_e^2 \cdot \sqrt{h \cdot D} \quad (6)$$

Составляющая импульса взаимодействия от инерции стружки, Нс

$$p_i = e \cdot b \cdot \rho \cdot V_e \cdot \sqrt{h \cdot D} \quad (7)$$

Составляющая мощности на резание от инерции стружки, Вт

$$P_i = e \cdot b \cdot \rho \cdot V_e^3 \quad (8)$$

Как видим, при повышении скорости резания импульс и мощность растут по-разному. Причем повышение скорости ведет к снижению импульса, что положительно сказывается на стойкости инструмента, однако значительное повышение мощности не позволяет использовать большие скорости при фрезеровании древесных материалов.

Третья составляющая затрат мощности на резания обусловлена конструкцией инструмента, поскольку для обеспечения жесткости режущей кромки резцу придается определенный угол заострения. Чем больше требуется жесткость, при резании более прочного материала, тем этот угол выше. В свою очередь, на смятие и трение материала о резец расходуется большая часть энергии. Снижение затрат в этом направлении позволит значительно снизить энергопотребление при резании древесных материалов и повысить тем самым стойкость инструмента.

Снизив смятие материала и его трение о рабочие поверхности при своевременном удалении стружки из зоны резания, можно обеспечить оптимальные условия получения поверхности методом фрезерования с точки зрения экономии энергии.

Определим третью составляющую затрат мощности через установление теоретическим и экспериментальным путем общих затрат мощности в зависимости от переменных факторов.

С целью нахождения оптимальной скорости резания материала рассмотрим случай простого внедрения реза в материал.

Обозначим скорость распространения напряжения сжатия материала перпендикулярно направлению волокон V_1 , а параллельно направлению волокон – V_2 .

Представим расчетную схему выполненного опыта на рисунке 1.

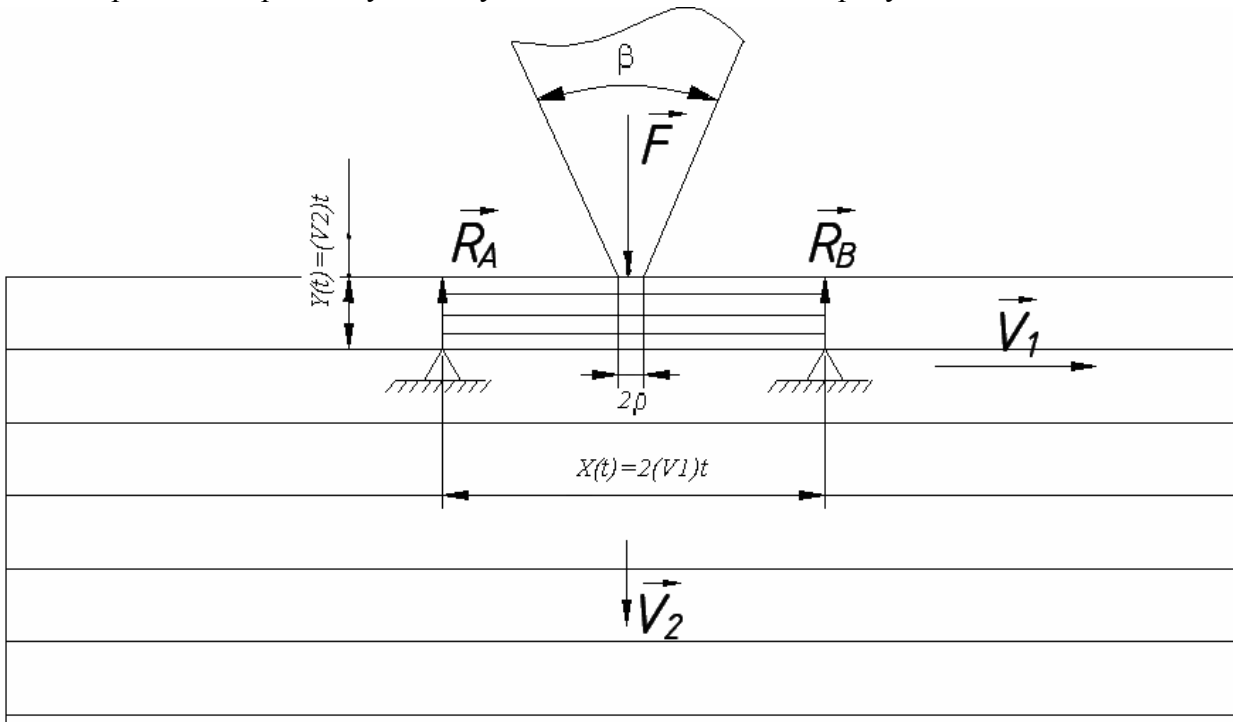


Рисунок 1 – Расчетная схема

Напряжение сжатия у лезвия инструмента:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{F}{b} \left(\frac{3 \cdot V_1}{V_2^2 \cdot T} + \frac{1}{2 \cdot (V_e \cdot T \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \rho)} \right) \quad (9)$$

где b – длина режущей кромки, м

F – приложенная сила, Н

T – время смятия материала, с

ρ – радиус затупления режущей кромки, м

V_e – скорость резца, м/с

Для создания требуемого для разрушения материала в зоне контакта напряжения сжатия σ , необходимо приложить силу:

$$F = \frac{\sigma \cdot b}{\left(\frac{3 \cdot V_1}{V_2^2 \cdot T} + \frac{1}{2 \cdot (V_e \cdot T \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \rho)} \right)} \quad (10)$$

Время смятия материала зависит от угла заострения резца, его затупления, физико-механических свойств обрабатываемого материала, а также скорости внедрения самого резца.

С точки зрения качества обработанной поверхности оптимальным временем сжатия T можно считать промежуток времени, за который волна напряжения сжатия перпендикулярно волокнам пройдет путь равный расстоянию между слоями, т. е.

$$\dot{O} = \frac{\dot{a}}{V_2} \quad (11)$$

где a – расстояние между волокнами, м

В этом случае волокно, которое взаимодействует с режущей кромкой, не отслоится от предыдущего волокна, не вызвав при этом трещину или скол.

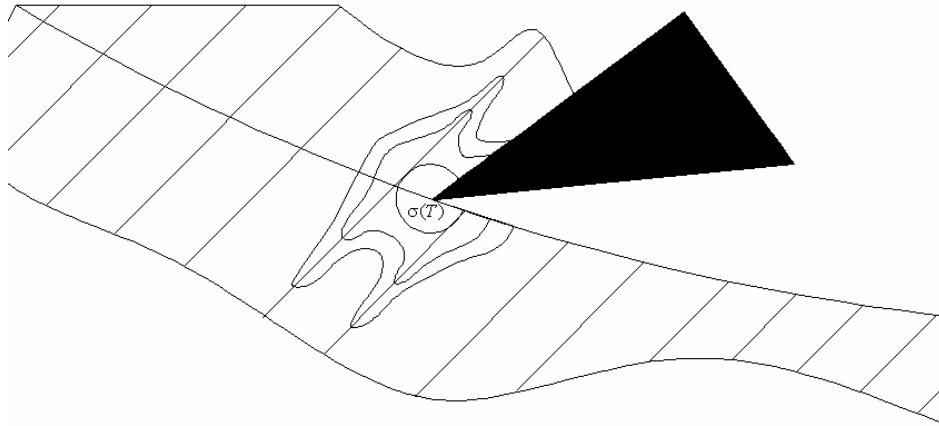


Рисунок 2 – Распределение напряжений сжатия в неоднородном обрабатываемом материале от режущей кромки

Тогда перепишем зависимость (10), Н

$$F = \frac{\sigma \cdot b}{\left(\frac{3 \cdot V_1^2}{V_2^2 \cdot a} + \frac{1}{2 \cdot (V_e \cdot \frac{a}{V_2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \rho)} \right)} \quad (11)$$

Мощность на взаимодействие при внедрении в материал, Вт

$$P = F \cdot V_e = \frac{\sigma \cdot b \cdot V_e}{\left(\frac{3 \cdot V_1^2}{V_2^2 \cdot a} + \frac{1}{2 \cdot (V_e \cdot \frac{a}{V_2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \rho)} \right)} \quad (12)$$

Рассмотрим пример внедрения клина в материал из сосны с влажностью 12%, которая имеет модуль упругости вдоль и поперек волокон 11,3 и 1,74 МПа соответственно. Плотность – 500 кг/м³, $\psi=90$ град.

Находим скорость распространения напряжения сжатия по направлениям.

$$V_1 = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{11300000}{500}} = 150 \text{ м/с}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{1740000}{500}} = 59 \text{ м/с}$$

Среднее расстояние между слоями – $a=0,847$ мм

Радиус затупления резца – 10 мкм.

Ширина фрезерования – 10 мм.

Напряжение разделения – 53,3 МПа (при $\delta=35^\circ$) [1]

Представим на рисунках (3-5) зависимости силы воздействия резца на заготовку и мощность на внедрение резца в зависимости от скорости резца.

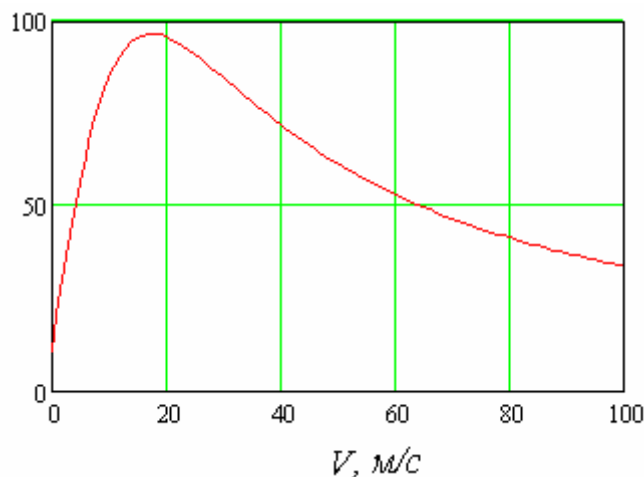


Рисунок 3 – Касательная сила резания без учета сил инерции со стороны стружки

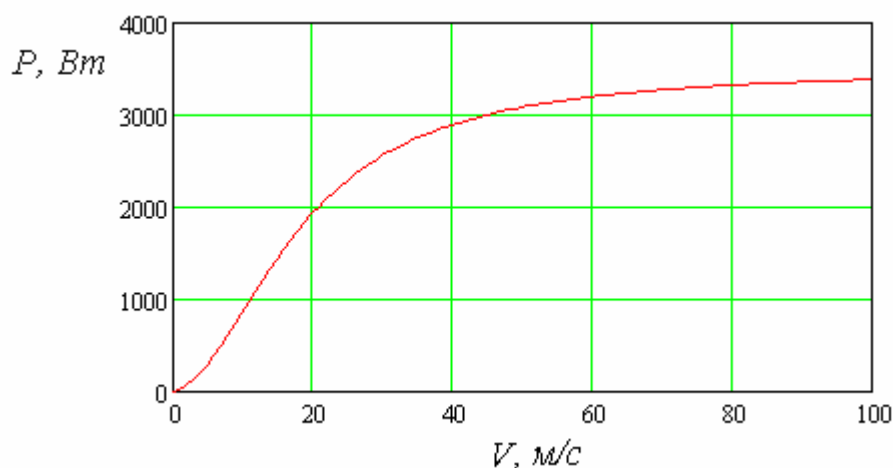


Рисунок 4 – Мощность резания без учета сил инерции со стороны стружки

Анализируя графики можно утверждать, что оптимальная скорость внедрения при данных условиях находится при $V \rightarrow \infty$, что не позволяет обосновать используемые скорости резания древесных материалов с точки зрения минимизации сил.

Сравним процесс внедрения клина в материал с взаимодействием резца с обрабатываемым материалом при открытом фрезеровании древесных материалов. Изобразим схему процесса фрезерования на рисунке 5.

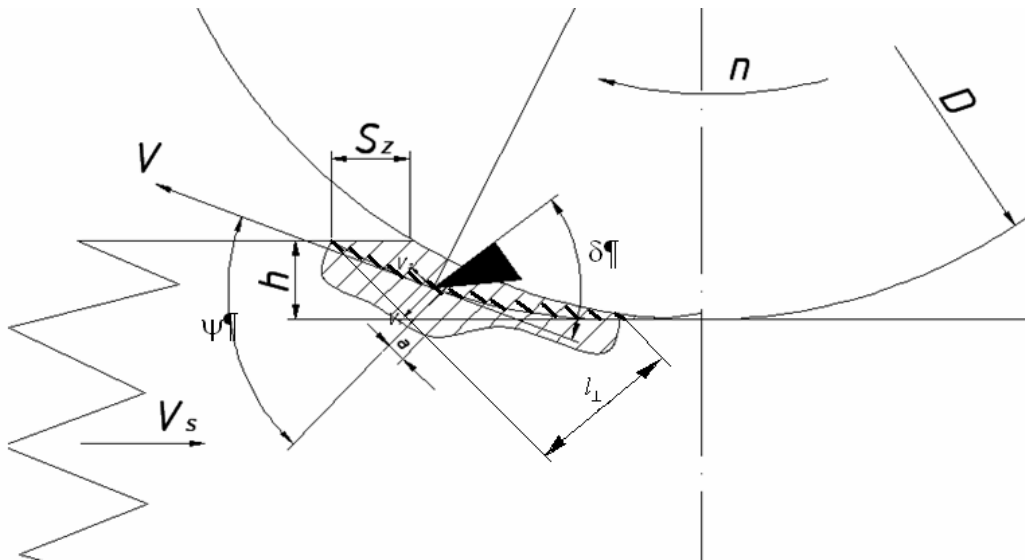


Рисунок 5 – Схема процесса фрезерования древесного материала

Для данной схемы перепишем зависимости (11) и (12):

$$F = \frac{\sigma(\psi, \delta) \cdot b}{\left(\frac{3 \cdot V_1^2}{V_2^2 \cdot a} + \frac{1}{2 \cdot (V_e \cdot \frac{a}{V_2} \cdot \operatorname{tg} \delta + \rho)} \right)} \quad (13)$$

$$P = \frac{\sigma(\psi, \delta) \cdot b \cdot V_e}{\left(\frac{3 \cdot V_1^2}{V_2^2 \cdot a} + \frac{1}{2 \cdot (V_e \cdot \frac{a}{V_2} \cdot \operatorname{tg} \delta + \rho)} \right)} \quad (14)$$

где $\sigma(\psi, \delta)$ – среднее напряжение внедрения клина в материал в зависимости от угла резания и направления скорости главного движения к направлению волокон.

$$\sigma(\psi, \delta) = \sigma(0, \delta) \cdot \frac{l_{||}}{l_{||} + l_{\perp}} + \sigma(90, \delta) \cdot \frac{l_{\perp}}{l_{||} + l_{\perp}} \quad (15)$$

Однако с учетом сил инерции действующих на резец со стороны стружки (при $e=0,55\text{мм}$) представленные графики будут иметь вид, представленный на рисунках 6 и 7.

При скоростях выше 80 м/с увеличивается сила резания за счет инерционных сил со стороны стружки. При малых объемах стружки это увеличение незначительное (при пилении). Именно этим и объясняются более высокие скорости резания древесных материалов при пилении.

Использование малых промежутков времени при взаимодействии резца с древесным материалом снижает не только импульс воздействия инструмента на материал, но и величину распространения напряжений в изотропном материале. При этом значительно повышается качество срезаемого слоя.

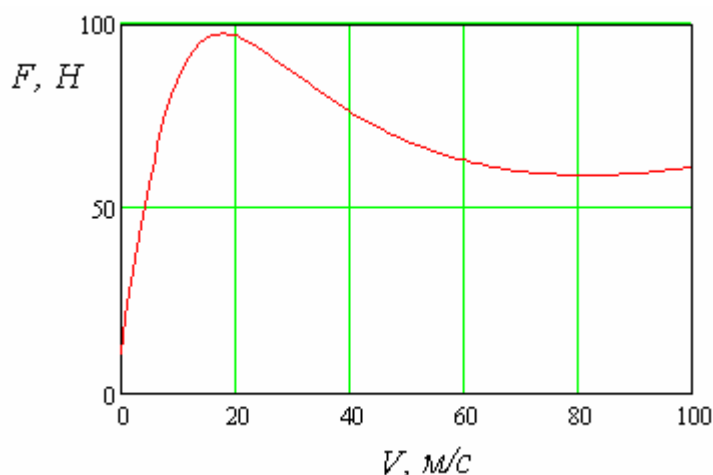


Рисунок 6 – Касательная сила резания с учетом сил инерции со стороны стружки

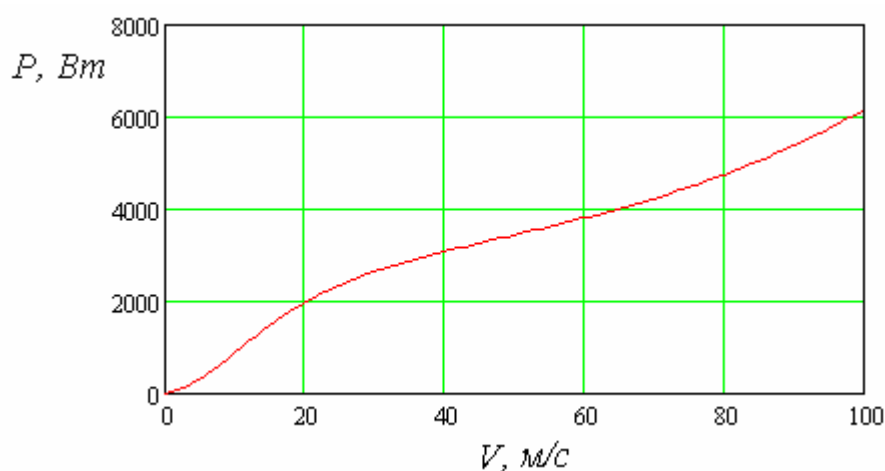


Рисунок 7 – Мощность резания с учетом сил инерции со стороны стружки

Снижение импульса за счет снижения времени взаимодействия (повышая скорость резания) не всегда оправдано, поскольку повышаются динамические нагрузки в самом приводе механизма резания, а также требуется больше мощности. Согласно зависимости (13) снизить силовые показатели процесса разделения древесного материала можно путем снижения напряжения сжатия (зависящего от угла резания). Что одновременно позволяет повысить качество среза.

Выводы.

При скоростях резания выше 60 м/с значительный вклад в энергетическую составляющую процесса резания материала вносит сила инерции стружки.

Снижение энергетических затрат на используемых режимах обработки древесины и древесных материалов возможно за счет снижения потерь энергии на смятие стружки, а также используя технологию удаления стружки без придания ей окружной скорости резания.

Повышение скорости резания благоприятно сказывается на снижении ударного импульса, что повышает стойкость твердосплавного инструмента. С другой стороны это повышение ведет за собой повышение мощности на резание. Поэтому снижение ударного импульса следует вести не путем повышения скорости резания, снижая время

взаимодействия реза с обрабатываемым материалом, а путем изменения конструкции дереворежущего инструмента.

Использование скоростей резания меньше 15 м/с возможно только при обеспечении достаточной инерционности привода резания, чтобы запастись требуемый запас энергии для обеспечения постоянства скорости резания на дуге контакта, а также обеспечив длительную остроту режущих элементов, поскольку при низкой V_c , значительный вклад в изменение напряжений сжатия в материале вносит радиус затупления инструмента.

Библиографический список

1. Гаранин, В. Н. Результаты экспериментальных исследований, определяющие влияние угла атаки на силу и мощность процесса открытого резания древесины / В. Н. Гаранин // Труды БГТУ. Сер II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2008. – Вып. XV.

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

О СВЯЗИ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ СТЕЛЛИТИРОВАННЫХ ПИЛ С РЕЖИМОМ ПИЛЕНИЯ ABOUT COMMUNICATION OF THE PERIOD SAWS FIRMNESS OF WITH THE CUTTING MODE

Статья написана в порядке постановки задачи и выводы по ней нуждаются в экспериментальной проверке.

Для пиления древесины в России используют пилы отечественного производства: рамные (ГОСТ 5524-75), ленточные (ГОСТ 6532-77 и ГОСТ 10670-77), круглые (ГОСТ 980-80). Пилы изготавливают из инструментальной легированной хромованадиевой стали 9ХФ. После термообработки пилы имеют твердость 41...47 НРСэ. Одним из показателей качества работы пил является период стойкости.

Период стойкости – это время резания новым или восстановленным режущим лезвийным инструментом от начала резания до отказа [1].

Отказ режущего инструмента – это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния пилы, когда наступает ее неработоспособное состояние. Различают несколько параметрических отказов.

Отказ по параметру “стойкость” - это постепенный отказ режущего лезвийного инструмента при достижении им критерия затупления. При отказе становится невозможно обработать деталь с заданными параметрами шероховатости или недопустимо повышается уровень шума станка и расход электроэнергии. Обычно этот отказ наступает через 3,5...4,0 ч. работы пилы. Режущие кромки зубьев пил затупляются настолько, что шероховатость распиленных поверхностей и мощность на пиление превосходят нормативные значения. Пилы снимают со станка и направляют на переточку.

Отказ по параметру “точность” – постепенный отказ режущего лезвийного инструмента после достижения размером, формой или расположением обработанной

поверхности предела поля допуска. При отказе становится невозможно обработать деталь с заданными допусками размеров.

Для повышения периода стойкости зубья пил оснащают стеллитом. Стеллит марки ПР-ВЗК-Р (ГОСТ 21449 – 75 “Прутки для наплавки. Технические условия”) способен повысить износостойкость до 7 раз. Однако, производители ограничивают период стойкости рамных пил, например, только одной сменой (8 ч.), т.к. к этому моменту в междузубных впадинах зарождаются и развиваются усталостные микротрещины, которые надо немедленно удалить, а удаляют их при переточке пил [2].

Период стойкости стеллитированных рамных пил $T = 8$ ч зафиксирован в производственных условиях при распиловке древесины сосны при некотором конкретном режиме пиления. Если режим пиления изменить, то изменятся и напряжения в междузубных впадинах, изменится и период стойкости пилы по параметру “зарождение усталостных микротрещин”. Таким образом, при оснащении пил износостойкими твердыми сплавами необходимо рассматривать еще период стойкости по параметру “*зарождение усталостных микротрещин*”. Параметрические отказы по параметрам “стойкость” и “точность” для стеллитированных пил становятся малозначительными, т.к. режущие кромки зубьев до отказа пилы остаются острыми.

Усталость металла. Усталостью называют разрушение металла пилы в результате многократного приложения к ее зубьям нагрузок, вызывающих напряжения по своей величине меньших предела прочности. При усталости в металле накапливаются повреждения, которые приводят к образованию трещин, их развитию и разрушению материала за указанное время.

Иногда термин, *усталость*, заменяют обратным понятием, *выносливость*, которая показывает, сколько циклов нагружений может выдержать металл без разрушений. Эта величина возрастает по мере снижения напряжения. Чем меньше напряжение, тем больше циклов нагружений выдерживает металл до разрушения. Кроме того, при напряжении ниже некоторой минимальной величины (*предела выносливости*) металл не разрушается от усталости. Наличие трещин, острых надрезов, рисок, грубая шероховатость поверхности вызывают снижение предела выносливости.

Общепринято рассматривать усталостные свойства материала при знакопеременных напряжениях $\pm\sigma$. Величину знакопеременного напряжения $\pm\sigma$ откладывают на графике по оси ординат и строят график в зависимости от логарифма числа n циклов нагружений, при котором произошло разрушение образца. Пример усталостной кривой для обычной стали показан на рисунке 1.

Пиление рамными пилами. Если пильная рамка с пилами работает с частотой вращения кривошипа $n = 360$ мин⁻¹, то число циклов нагружений каждого зуба рамной пилы за одну рабочую смену равно

$$n_{ц} = nTK_{п} = 360 \cdot 480 \cdot 0,92 = 158976 \approx 1,6 \cdot 10^5 \text{ циклов.}$$

За рабочий ход пилы на зубья действуют силы касательная и нормальная, а за холостой ход – силы скобления и отбоя. Это знакопеременные силы, вызывающие усталость металла. Постоянные по величине напряжения, возникающие при натяжении пил ($\sigma \approx 80 \dots 120$ МПа) на усталость металла не влияют.



Рисунок 1 – Типовая усталостная кривая

Пусть к зубу пилы приложена касательная сила резания F_x (рис. 2), которая создает в основании зуба изгибающий момент, Н·мм:

$$M_u = F_x h = F_{y0} a b_{л} h. \quad (1)$$

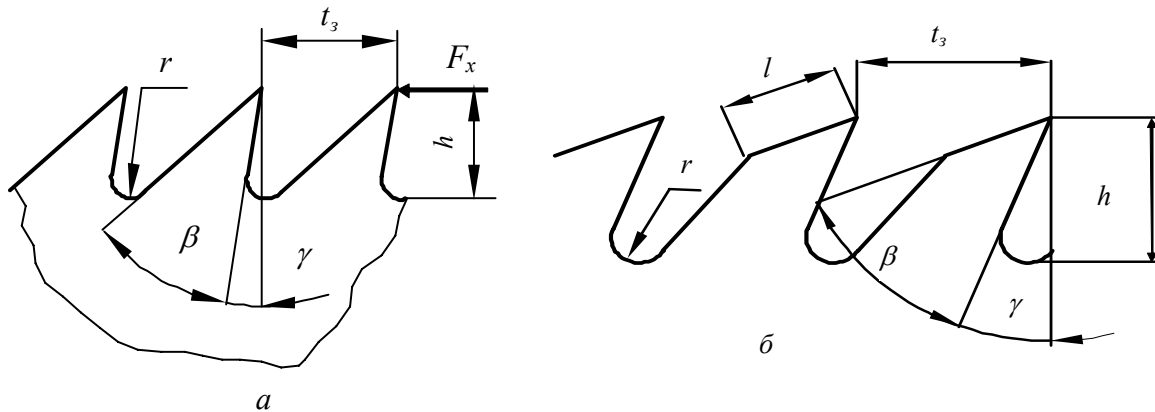


Рисунок 2 – Профили зубьев пил:

а – с прямолинейной задней гранью; *б* – с ломаной задней гранью

Момент сопротивления в основании зуба равен, мм³:

$$W = \frac{S t_3^2}{6},$$

где S – толщина пилы, мм; t_3 – шаг зубьев пилы, мм.

В междузубной пазухе возникают напряжения, МПа:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} = \frac{6 F_{y0} a b_{л} h}{S t_3^2}. \quad (2)$$

Предположим, что период стойкости стеллитированной рамной пилы $T = 8 \text{ ч} = 480 \text{ мин}$ зафиксирован при следующем усредненном режиме пиления: порода древесины – сосна, древесина талая с влажностью $W=30\%$, ход пильной рамки $H = 700 \text{ мм}$, диаметр бревна в вершине $d = 20 \text{ см}$, частота вращения коленчатого вала $n = 360 \text{ мин}^{-1}$, число пил в поставе $i = 6$, центральная доска имеет толщину 50 мм. Посылка

$S_{2x}=45,7$ мм, подача на зуб, равная толщине срезаемого слоя $a=S_z=2,1$ мм; шаг рамной пилы $t_3=32$ мм, толщина пилы $S=2$ мм, ширина пропила $b=3,6$ мм, высота зуба $h=22$ мм.

Для указанных условий установлено, что средняя высота пропила $t_{cp}=163$ мм, фиктивная сила резания $p=7,2$ Н/мм, касательное давление срезаемого слоя на переднюю грань зуба пилы $k=35$ МПа, удельное сопротивление опилок в пропиле $\alpha_\Delta=0,22$ МПа. Величина затупления стеллитированных зубьев

$$\Delta_\rho = \gamma_\Delta t_{cp} nTK_u K_n / 1000 = 0,0004 \cdot 163 \cdot 360 \cdot 480 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 5,1 \text{ мкм.} \quad (3)$$

Коэффициент затупления режущих кромок

$$\alpha_\rho = 1 + (1 + 0,1 \frac{k}{p}) \frac{\Delta_\rho}{\rho_o + 50} = 1 + (1 + 0,1 \frac{35}{7,2}) \frac{5,1}{10 + 50} = 1,13. \quad (4)$$

Удельная сила резания при рамном пилении, МПа:

$$F_{y\partial} = a_n a_w a_\epsilon (\frac{\alpha_\rho p}{a} + k + \frac{\alpha_\Delta t_{cp}}{b}), \quad (5)$$

где a_n, a_w, a_ϵ – поправочные коэффициенты на породу, влажность, встречное-попутное пиление (для круглых пил).

$$F_{y\partial} = 1 \cdot 0,93 \cdot 1 (\frac{1,13 \cdot 7,2}{2,1} + 35 + \frac{0,22 \cdot 163}{3,6}) = 45,4 \text{ МПа.}$$

По (2) находим допускаемое напряжение в междузубной пазухе

$$\sigma_u = \frac{6F_{y\partial} a b_\lambda h}{St_3^2} = \frac{6 \cdot 45,4 \cdot 2,1 \cdot 3,6 \cdot 22}{2 \cdot 32^2} = 22,1 \text{ МПа.}$$

Таким образом, для обеспечения наработки на отказ рамной пилы из стали 9ХФ $T=480$ мин ($1,6 \cdot 10^5$ циклов нагружения зубьев) необходимо, чтобы переменное напряжение в междузубной пазухе не превосходило $[\sigma_{u3}]=221$ МПа.

По формуле (2) найдем допускаемое значение удельной силы резания для древесины березы, МПа:

$$F_{y\partial} = \frac{[\sigma_u] St_3^2}{6 a b_\lambda h}. \quad (6)$$

Из (5) найдем выражение

$$\alpha_\rho p = a (\frac{F_{y\partial}}{a_n a_w a_\epsilon} - k - \frac{\alpha_\Delta t_{cp}}{b}). \quad (7)$$

Или с учетом (6)

$$\alpha_\rho p = a (\frac{[\sigma_u] St_3^2}{6 a b_\lambda h a_n a_w a_\epsilon} - k - \frac{\alpha_\Delta t_{cp}}{b}) = \frac{[\sigma_u] St_3^2}{6 b_\lambda h a_n a_w a_\epsilon} - a (k + \frac{\alpha_\Delta t_{cp}}{b}).$$

Обозначим

$$C = \frac{[\sigma_u] St_3^2}{6 b_\lambda h a_n a_w a_\epsilon},$$

тогда найдем значение толщины срезаемого слоя a , мм, при срезании которого напряжения в междузубной впадине не превосходят $[\sigma_{уз}] = 22,1$ МПа и обеспечивается $1,6 \cdot 10^5$ циклов нагружения зубьев:

$$a = \frac{C - \alpha_{\rho} p}{k + \frac{\alpha_{\Delta} t_{cp}}{b}}. \quad (8)$$

Выполним расчет режима пиления стеллитированными рамными пилами.

Пример 1. Пусть на той же лесопильной раме распиливаются березовые бревна, ширина пропила $b = 3,2$ мм. Тогда величину затупления на 1 м пути следует увеличить на 20%: $\gamma_{\Delta} = 0,0004 \cdot 1,2 = 0,00048$ мкм/м.

Величина затупления зубьев пилы

$$\Delta_{\rho} = \gamma_{\Delta} t_{cp} n T K_u K_n / 1000 = 0,00048 \cdot 163 \cdot 360 \cdot 480 \cdot 0,9 \cdot 0,5 / 1000 = 6,1 \text{ мкм.}$$

Коэффициент затупления режущих кромок

$$\alpha_{\rho} = 1 + (1 + 0,1 \frac{k}{p}) \frac{\Delta_{\rho}}{\rho_o + 50} = 1 + (1 + 0,1 \frac{35}{7,2}) \frac{6,1}{10 + 50} = 1,2.$$

$$C = \frac{22,1 \cdot 2 \cdot 32^2}{6 \cdot 3,2 \cdot 22 \cdot 1,25 \cdot 0,96 \cdot 1} = 92,17 \text{ Н/мм,}$$

$$a = \frac{92,17 - 1,2 \cdot 7,2}{35 + \frac{0,22 \cdot 163}{3,2}} = 1,82 \text{ мм.}$$

Таким образом, если при пиления древесины сосны толщина срезаемого слоя и подача на зуб $a = S_z = 2,1$ мм, то при пиления березы при прочих равных условиях $a = S_z = 1,82$ мм, что обеспечивает получение периода стойкости по параметру “**зарождение усталостных микротрещин**” $T = 480$ мин.

Пример 2. По условию предыдущего примера на лесопильной раме распиливается древесина березы пилой $S = 2,2$ мм, с шагом зубьев $t_3 = 22$ мм, высотой зубьев $h = 15$ мм, высота пропила $t = 120$ мм.

Определить подачу на зуб по параметру “**зарождение усталостных микротрещин**”.

Результаты расчета:

$$\alpha_{\rho} = 1,1; C = 70,29; a = S_z = 1,44 \text{ мм.}$$

Пиление ленточными пилами. Рассмотрим условия пиления на станке с диаметром шкивов $D = 1250$ мм, расстоянием между осями шкивов $L = 2000$ мм, окружной скоростью вращения шкивов $V = 40$ м/с, скоростью подачи на станке $V_s = 30$ м/мин, высоте пропила $t = 250$ мм. Пила: толщина $S = 1$ мм, шаг зубьев $t_3 = 50$ мм, высота зуба $h = 13$ мм, ширина пропила $b = 2,0$ мм.

Для этих условий найдены значения фиктивной силы резания $p = 7,2$ Н/мм, касательное давление на переднюю грань зуба $k = 36,6$ МПа, сопротивление трению пилы в пропиле $\alpha_{\Delta} = 0,2$ МПа, коэффициент затупления $\alpha_{\rho} = 1,15$.

Величину подачи на зуб S_z , равную толщине срезаемого слоя a , при пилении ленточными пилами находят из выражения

$$S_z = \frac{V_s t_3}{60V} = \frac{30 \cdot 50}{60 \cdot 40} = 0,625 \text{ мм.}$$

Удельная сила резания при пилении по уравнению (5):

$$F_{y\partial} = 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \left(\frac{1,15 \cdot 7,2}{0,625} + 36,6 + \frac{0,2 \cdot 250}{2} \right) = 69,6 \text{ МПа.}$$

Находим допускаемое напряжение в междузубной пазухе, возникающее от действия сил резания

$$\sigma_u = \frac{6F_{y\partial} a b_l h}{S t_3^2} = \frac{6 \cdot 69,6 \cdot 0,625 \cdot 2 \cdot 13}{1 \cdot 50^2} = 2,71 \text{ МПа.}$$

Таким образом, переменные напряжения, возникающие в междузубных пазухах ленточных пил от сил резания, в 10 раз меньше, чем в рамных пилах. Есть основание полагать, что эти напряжения ниже предела усталости металла и на зарождение и развитие усталостных трещин не влияют. Причина образования микротрещин кроется в другом, скорее всего в перегибе ленты на шкивах.

Пила из хромованадиевой стали 9ХФ имеет предел прочности $\sigma_b = 700 \dots 800$ МПа. При коэффициенте запаса прочности $K = 2$ напряжения, возникающие от растяжения пилы, составляют $\sigma_p = 150 \dots 200$ МПа, напряжения от изгиба на шкивах $\sigma_u = 200$ МПа.

Заключение. При работе рамных пил в междузубных пазухах зарождаются и развиваются усталостные микротрещины, процесс развития которых зависит от режима пиления. При расчете режимов рамного пиления древесины стеллитированными пилами значение подачи на зуб следует находить с учетом параметрического отказа по зарождению усталостных микротрещин. Другие параметрические требования по параметрам “стойкость” и “точность” для стеллитированных рамных пил становятся малозначительными, т.к. режущие кромки зубьев до отказа пилы остаются острыми.

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Расчет режимов резания древесины [Текст] И.Т. Глебов; Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. 156 с.
2. Федоров, Н.А. Рамные пилы: производство и эксплуатация [Текст] Н.А. Федоров, В.Г. Лукин; <http://www.instrumentnn.ru>.

**О СНИЖЕНИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ
ПРОДОЛЬНОМ ПИЛЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ КРУГЛЫМИ ПИЛАМИ**
*ABOUT POWER CONSUMPTION DECREASE AT LONGITUDINAL
CUTTING OF WOOD BY CIRCULAR SAWS*

Главной задачей деревообрабатывающих предприятий является получение наибольшей прибыли, которая зависит от рационального использования древесного сырья с минимальным выходом отходов, качества выпускаемой продукции, экономного использования электроэнергии и увеличения производительности. Энергопотребление при пилении древесины круглыми пилами зависит от многих факторов: породы, температуры и влажности древесины, угловых параметров и профиля зубьев пил, количества зубьев, величины их уширения на сторону и диаметра пил, конструкции станка и режима пиления на нем и др. Ниже рассмотрены основные факторы процесса пиления, позволяющие снизить энергопотребление.

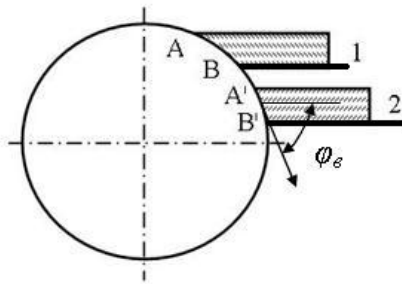


Рисунок 1 – Расположение пилы относительно заготовки

1. Положение стола станка относительно пильного вала. Известно, что затупление режущих кромок лезвий пилы зависит от длины пути контакта зубьев в заготовке, равной сумме дуг контакта пилы с заготовкой.

Заготовку на столе станка можно расположить относительно центра пилы в положение 1 или 2 (рис. 1). Тогда длина дуги контакта зуба пилы с заготовкой будет соответственно AB или $A'B'$. Ясно, что дуга AB длиннее дуги $A'B'$. Это значит, что на заготовке в положении 1 режущие кромки зубьев пилы тупятся быстрее, чем на заготовке в положении 2. Коэффициент затупления α_p в положении заготовки 1 будет больше, чем в положении 2, т.е. $\alpha_{p1} > \alpha_{p2}$. Кроме того, при продольном пилении заготовки 1 угол встречи φ_c (угол перерезания волокон древесины) меньше, чем при пилении заготовки 2. В связи с этим удельная сила продольно-торцового резания $F_{y\partial 1} < F_{y\partial 2}$.

Таким образом, при продольном пилении заготовки 2 по сравнению с пилением заготовки 1 наблюдается действие двух противоположно влияющих факторов: с одной стороны – уменьшение длин дуг контакта, замедление затупления, а с другой – увеличение удельной силы резания, т.е. энергозатрат. Конечный результат совместного действия этих факторов пока неочевиден. Решим этот вопрос на модели процесса пиления, путем решения задачи по методике А.Л. Бершадского.

Пример 1. Дано. Скорость подачи при продольном пилении $V_s = 30$ м/мин, распиливается древесина березы, высота пропила 25; 32; 40; 50 мм, диаметр пилы $D = 500$ мм, число зубьев $Z = 72$, ширина пропила $b = 3,5$ мм, частота вращения пилы $n = 2000$ мин⁻¹.

Определить мощность на пиление. Зависимость расчетной мощности пиления представлена на рисунке 2. Графики показывают, что с увеличением расстояния h от поверхности стола до оси вращения пильного вала мощность на пиление во всех случаях увеличивается.

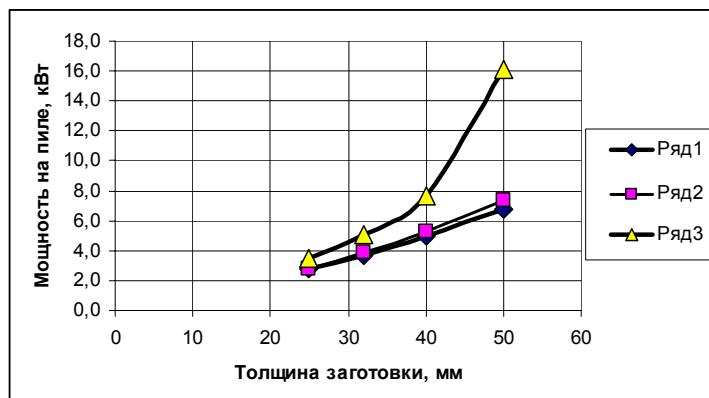


Рисунок 2 – Зависимость мощности пиления от высоты пропила для различных значений высоты стола h над пильным валом станка:
ряд 1 – $h = 90$ мм; ряд 2 – $h = 150$ мм; ряд 3 – $h = 200$ мм

2. Увеличение диаметра пилы. С увеличением диаметра круглой пилы при продольном пилении длина дуги контакта пилы с заготовкой уменьшается, замедляется процесс затупления режущих кромок зубьев. Кроме того, с ростом диаметра пилы увеличивается скорость главного движения, увеличивается угол встречи зубьев с волокнами древесины и пиление приближается к торцовому резанию, самому энергоемкому резанию. Это приводит к росту значений фиктивной силы резания и касательного давления срезаемого слоя на переднюю поверхность зуба. Энергозатраты на резание должны увеличиться.

Конечное влияние совместного действия этих факторов на мощность резания определим на модели пиления по примеру 1, принимая диаметры пил 315; 400; 500; 560 мм.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость мощности пиления P , кВт, от диаметра круглой пилы и высоты пропила

Диаметр пилы D , мм	Высота пропила t , мм			
	25	32	40	50
315	2,9	4,0	5,5	7,9
400	2,7	3,7	5,0	6,9
500	2,8	3,7	5,0	6,8
560	2,8	3,8	5,1	6,9

С увеличением диаметра пилы от 315 мм до 400 мм при заданном режиме мощность пиления уменьшилась в зависимости от высот пропила соответственно на 6,9%, 7,5%, 9,1%, 12,7%. При дальнейшем увеличении диаметра уменьшение мощности не наблюдается.

3. Уменьшение числа зубьев пилы. Расход мощности на пиление зависит от количества зубьев пилы находящихся в пропилах на дуге контакта. Чем меньше зубьев на дуге контакта, тем меньше затраты энергии на пиление. Обычно считают, что одновременно должны работать минимум 2 и максимум 4 зуба. Если в распиливаемом материале будет находиться менее 2-х зубьев, пила не будет работать устойчиво и при небольшой мощности качество пропила ухудшится. Если в пропилах будет находиться большое количество зубьев, то мощность на пиление увеличится, и внешняя зона пильного диска будет сильно нагреваться. Пила теряет свою плоскостность и может выйти из строя из-за трения о распиливаемый материал.

Общее правило такое: для пиления тонких материалов следует использовать пилы с большим количеством зубьев, а для пиления толстых – с меньшим.

Высказанные соображения проверим на модели пиления по условиям примера 1, приняв при диаметре пилы 450 мм число зубьев 36; 48; 60; 72. Результаты расчета представлены на рисунке 3.

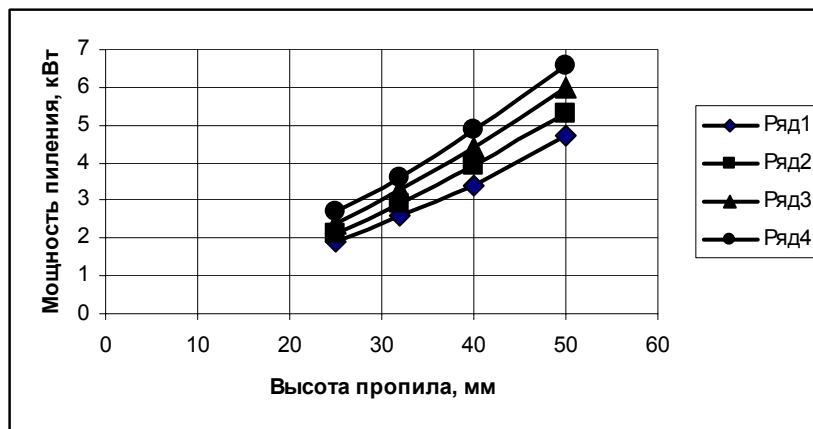


Рисунок 3 – Зависимость мощности пиления от количества зубьев пилы:
 ряд 1 – $Z = 36$; ряд 2 – $Z = 48$; ряд 3 – $Z = 60$; ряд 4 – $Z = 72$

Результаты расчета показывают, что с увеличением количества зубьев пилы мощность, затраченная на пиление, увеличивается.

4. Выбор профиля зубьев. Для продольного пиления древесины применяют круглые пилы с различным профилем зубьев.

Наиболее часто для пиления применяют пилы с зубьями прямой заточки, когда главные режущие кромки расположены перпендикулярно корпусу диска, и с косой заточкой, когда главные режущие кромки расположены под острым углом к корпусу диска. Заменяя зубья с прямой заточкой на зубья с косой заточкой по передней и задней граням, процесс резания древесины переводится с продольно-торцового на продольно-торцово-поперечный. В результате удельная сила резания убывает и уменьшаются затраты мощности на пиление.

Для доказательства рассмотрим режим пиления по примеру 2.

Пример 2. На однопильном круглопильном станке распиливаются сосновые брусья толщиной $t = 100$ мм на доски. Высота стола над центром пилы $h = 105$ мм, диаметр пилы $D = 650$ мм, число зубьев $z = 36$, толщина диска пилы $S = 4,4$ мм, уширение зубьев на сторону $S' = 1,2$ мм, ширина пропила $b = 6,8$ мм, зубья оснащены пластинами твердого сплава ВК15, угол резания $\delta = 70^\circ$, скорость подачи $V_s = 10$ м/мин, частота вращения пильного вала $n = 1500$ мин⁻¹.

Зубья пилы имеют косую заточку с углом наклона режущей кромки $\lambda=10^\circ$. Решение проводилось в сравнении с пилением пилой с прямой заточкой.

Результаты расчета показали, что при использовании пилы с прямыми зубьями мощность пиления равна $P_n = 8,28$ кВт, при косой заточке зубьев $P_k = 5,48$ кВт. С увеличением угла наклона режущих кромок мощность на пиление можно уменьшить. Так при $\lambda=20^\circ$ $P_k=4,94$ кВт, при $\lambda=30^\circ$ $P_k=4,37$ кВт.

5. Пила с стружкообразующими и подчищающими зубьями. Снижение энергопотребления при продольном пилении может быть достигнуто путем особой подготовки пилы.

На рисунке 4 показана схема продольного пиления круглой пилой, у которой стружкообразующими являются зубья 1, 4, 7 и т.д., а зубья 2, 3, 5,6 и т.д. являются подчищающими. Уширение для всех зубьев выполнено одинаково.

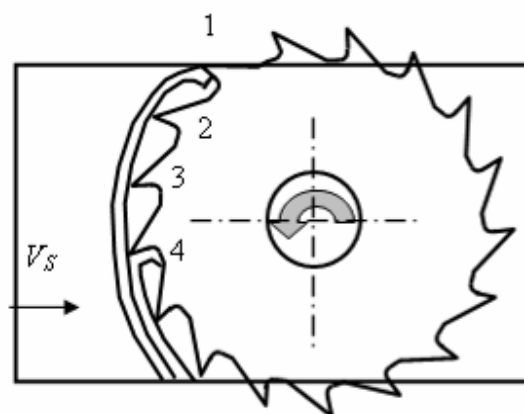


Рисунок 4 – Работа стружкообразующих и подчищающих зубьев пилы

Подчищающие зубья имеют укороченную высоту, поэтому их режущие кромки не задевают дно пропила. Боковые режущие кромки этих зубьев подчищают стенки пропила, срезая тонкие слои древесины, и гасят боковые колебания пилы.

При такой организации пиления на долю стружкообразующих зубьев приходится утроенная величина подачи на зуб. Стружка срезается толще обычного в три раза. Удельная работа резания убывает, что приводит к уменьшению мощности на пиление примерно на 34%. Пилы с подчищающими и стружкообразующими зубьями широко применялись архангельскими лесопильными предприятиями во время Великой отечественной войны.

Пила "Ганнибал". Для продольного пиления массивной древесины с высотой пропила более 90 мм используют пилы с зубчатым венцом "Ганнибал". Зубчатый венец такой пилы поделен на несколько секторов, разъединенных глубокими пазухами, которые очищают пропил от опилок, прерывают температурное поле в пиле и более интенсивно охлаждают корпус пилы.

Пила состоит из 4...8 зубчатых секторов (рис. 5) с глубокими пазухами между ними. При формировании глубокой пазухи вырезают, например, 1...3 зуба и соответственно 2...4 междузубных пазухи обычной пилы [1].

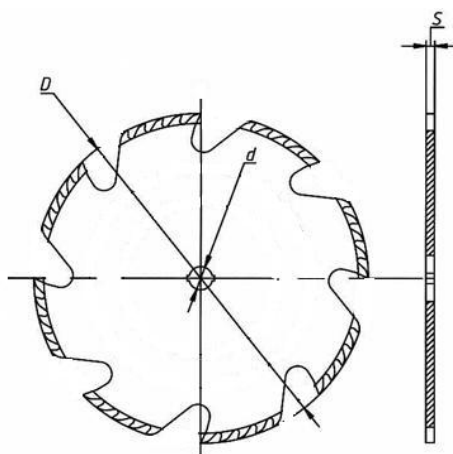


Рисунок 5 – Пила с зубчатым венцом ”Ганнибал”

Технические характеристики пил с зубчатым венцом ”Ганнибал” приведены в таблице 2.

Пила с зубчатым венцом ”Ганнибал” по сравнению с обычной пилой имеет серьезный недостаток. Если при работе обычной пилы все зубья удаляют срезаемые слои с подачей на зуб, равной S_z , то у пилы с зубчатым венцом ”Ганнибал” подача на зуб неравномерна по величине. Первый зуб по ходу вращения пилы, примыкающий к глубокой пазухе, работает с подачей на зуб $(2...4)S_z$, а остальные зубья сектора – с подачей на зуб S_z .

Таблица 2 – Технические характеристики пил с зубчатым венцом ”Ганнибал”
ОАО ”Горьковский металлургический завод”

D, мм	d, мм	S, мм	Кол-во секторов Z × кол-во зубьев z_c в секторе
500	50	3,2	8 × 5; 6 × 4; 4 × 7
600	50	3,6	8 × 5; 6 × 4; 4 × 7
700	50	4,0	8 × 5; 6 × 4; 4 × 7
800	50	4,5	8 × 5; 6 × 4; 4 × 7
1000	50	5,0	8 × 5; 6 × 4; 4 × 7
1150	50	6,0	8 × 5; 6 × 4; 4 × 7

Первые зубья секторов сильно нагружены, они быстро затупляются, испытывают повышенные деформации и напряжения, сильно нагреваются, прежде всего, в них образуются микротрещины и зубья ломаются.

Сохранить известные достоинства пилы ”Ганнибал” и избавиться от указанных недостатков можно, если пиковую нагрузку зуба 1 равномерно переложить на все зубья сектора (рис. 6). Для равномерной загрузки зубьев сектора подачу на зуб первого зуба (по сравнению с обычной пилой) надо уменьшить на $0,6S_z$, второго – на $0,45S_z$, третьего – на $0,3S_z$, четвертого – на $0,15S_z$, пятого – на $0,0S_z$. Для этого высоты зубьев следует укоротить.

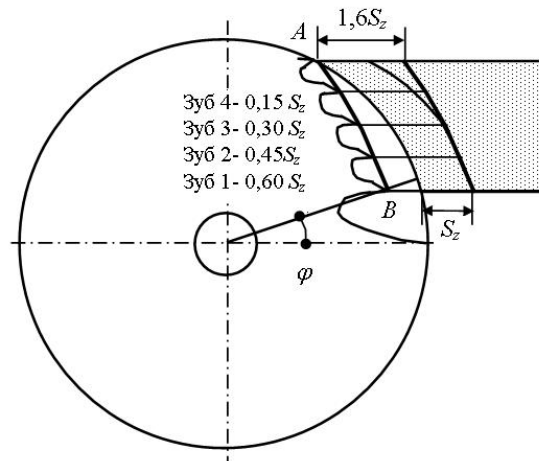


Рисунок 6 – Схема расположения зубьев на секторе пилы при равномерной их нагрузке

Радиусы режущих кромок зубьев можно найти по формуле

$$R_1 = R - 0,6S_z \cos \varphi_1 = R - 0,55S_z; \quad R_2 = R - 0,45S_z \cos \varphi_2 = R - 0,4S_z;$$

$$R_3 = R - 0,3S_z \cos \varphi_3 = R - 0,25S_z; \quad R_4 = R - 0,15S_z \cos \varphi_4 = R - 0,12S_z.$$

Выполним расчет режимов пиления пилами с глубокими пазухами и обычной пилой.

Пример 3. На круглопильном делительном станке распиливаются сосновые заготовки влажностью $W = 30\%$. Диаметр пилы с глубокими пазухами $D = 600$ мм, толщина диска $S = 3,6$ мм, количество секторов 8, количество зубьев в секторе 5, количество удаленных зубьев для формирования глубокой пазухи $z_{yz} = 3$, зубья оснащены стеллитом ВЗКР. Высота пропила $t = 100, 125, 150$ мм. Частота вращения пильного вала $n = 1000$ мин⁻¹. Период стойкости $T = 15$ ч = 900 мин, интенсивность затупления зуба $\gamma_{\Delta} = 0,00017$ мкм/м. Высота стола над центром пилы $h = 90$ мм. Скорость подачи $V_s = 6$ м/мин.

Определить мощность двигателя механизма главного движения P для пил с глубокими пазухами и обычной.

Расчетами установлено, что мощность на пиле:

обычной – $P = 6,15$ кВт; “Ганнибал” – $P = 4,53$ кВт.

Результаты расчетов показывают, что, изменяя количество удаляемых зубьев $z_{уд}$ от 3, до 2 и 1, мощность на пиле с глубокими пазухами не изменяется, но по сравнению с круглой пилой, из которой пила с глубокими пазухами получается, расход мощности сокращается соответственно на 30,5%, 31,7% и 33,7%. Для пилы диаметром 600 мм, $z_{уд} = 3$ и $Z \times z_c = 6 \times 4$ и $Z \times z_c = 4 \times 7$ (табл. 2) расход мощности для условий рассмотренного примера сокращается соответственно на 28,7...29,1% и 19,8...20,1%.

6. Оснащение зубьев пил твердыми сплавами. Оснащение зубьев пил твердыми сплавами (карбидами вольфрама и кобальта типа ВК15 и стеллитами ВЗКР) широко применяется деревообрабатывающими предприятиями.

По сравнению с инструментом из легированной инструментальной стали период стойкости режущего инструмента, оснащенного вольфрамокобальтовым сплавом, повышается в 20...50 раз. Однако такие инструменты имеют серьезные недостатки: дороговизна, применение алмазных заточных кругов и прецизионных заточных станков,

хрупкость при встрече с металлическими и другими твердыми включениями, высокие напряжения и, как следствие, низкая прочность паяного шва из-за разности температурных коэффициентов удлинения стального корпуса и пластинок твердого сплава [2]. Такие пилы быстро затупляются при обработке влажной древесины.

Преимущество стеллитированных режущих инструментов наиболее ярко проявляется при распиловке твердых пород древесины (красное дерево, тик, дуб и др.), влажной и мерзлой древесины. Преимущества наблюдаются при пилении и мягких пород древесины, сухой древесины: боковые вершинки режущей кромки зуба пилы, образованные пересечением передней, задней и боковыми гранями, длительно сохраняют свою остроту, в результате чего улучшается шероховатость распиленных поверхностей.

У твердосплавных пил замедляется процесс затупления режущих кромок зубьев и в процессе пиления сокращается расход мощности.

Вывод. Используя выше рассмотренные приемы, можно подобрать рациональные режимы и снизить затраты электрической энергии на пиление древесины.

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Расчет режима резания древесины пилами с глубокими пазухами [Текст]/ И.Т. Глебов//Современные проблемы лесозаготовительных производств, производства материалов и изделий из древесины: пиломатериалы, фанера, деревянные дома заводского изготовления, столярно-строительные изделия. Материалы Международной научно-практической конференции 27-28 марта 2009 г. Т. 1.С-Петербург, 2009. С.74-81.

2. Зайцев, В.В. Особенности конструкций пыльного инструмента в условиях закрытого резания при первичной переработке круглого леса большого диаметра и повышение ресурса пил с использованием перспективной технологии наплавки стеллита [Текст]/ В.В. Зайцев/М.: "Лесопромышленник" №2. №3. 2001.

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

MODERN METHODS OF CALCULATION OF MODES OF WOOD CUTTING

Теорией резания древесины разработано несколько расчетных методов, позволяющих определять мощность и силы резания, скорости подачи. Основные методы следующие:

- метод, использующий уравнения регрессии;
- метод, использующий эмпирические степенные формулы;
- метод использования объемной формулы;
- метод использования табличной силы;
- метод А.Л. Бершадского;
- аналитический.

Рассмотрим эти расчетные методы подробнее, попытаемся установить их достоинства и недостатки, дадим рекомендации по их использованию.

Метод, использующий уравнения регрессии. Одним из результатов научно-исследовательских работ служат уравнения регрессии, которые отражают влияние переменных факторов режима резания на мощность или силу резания. Так, например, в исследовательской работе Гриневича С.А. по фрезерованию кромок фанеры приведено уравнение регрессии для мощности резания, Вт [1]:

$$P = 2230,47 - 9951,78a - 35,37V - 147,04t - 24,06\delta + 72,09aV + 4,88Vt + 90,60a\delta + 326,22at + 0,43V\delta + 5875,56a^2, \quad (1)$$

где a – толщина срезаемого слоя (0,15...0,45 мм); V – скорость главного движения (20...50 м/с); t – глубина фрезерования (1,5...4,5 мм); δ – угол резания (50...70 град.).

Пример 1. Определить мощность на фрезе при следующем режиме резания: $a = 0,15$ мм; $V = 35$ м/с; $t = 3$ мм; $\delta = 65^\circ$. По формуле (1) получим $P = 526,2$ Вт.

Адекватность уравнений корреляции может быть математически рассчитана. Точность уравнений может быть достаточно большой, а расчет нетрудоемким. Однако параметры режима резания должны находиться в узком диапазоне и не выходить за пределы, для которых уравнение написано. Если, например, изменить диаметр фрезы, то изменится длина дуги контакта лезвий с заготовкой, изменится сила резания, а предложенное уравнение корреляции это изменение не учитывает. Результаты расчета будут отличаться от фактических. И так во всем. Итак, уравнения корреляции можно использовать при выполнении расчетов в случае, если параметры режима резания не выходят за пределы, учтенные уравнением.

Расчетный метод, использующий эмпирические степенные формулы. Эмпирические формулы не вытекают органически из закономерностей процесса резания древесины. Они составляются при математической обработке результатов экспериментов, которые при различных способах обработки могут быть трансформированы в различные формулы. Наиболее часто составляются формулы степенного типа. Они широко рекомендуются кафедрой станков и инструментов Санкт-Петербургской лесотехнической академии [2, 3].

Практически для каждого вида обработки древесины (пиление рамными, ленточными и круглыми пилами, фрезерование и др.) предложены степенные формулы. Например, при пилении древесины на лесопильной раме средняя сила резания в расчете на одну пилу с разведенными зубьями может быть найдена по формуле, Н:

$$F_x = 0,43zS_z^{0,54}t^{0,95}\delta^{0,80}b^{0,52}\gamma_0^{1,45}\rho^{0,28}\psi^{-0,1}, \quad (2)$$

где z – число зубьев, находящихся в пропиле; S_z – подача на зуб, мм; t – высота пропила, см; δ – угол резания зубьев, град.; b – ширина пропила, мм; γ_0 – плотность древесины, г/см³; ρ – радиус закругления режущих кромок зубьев, мкм; ψ – угол встречи с годовыми кольцами (характеризует положение пилы относительно центра постава), град.

Применение этой формулы возможно только для условий, для которых она составлена: влажность древесины $w = 60...80\%$; подача на зуб $S_z = 0,2...1,8$ мм; высота пропила $t = 16...40$ см; угол резания $\delta = 60...80^\circ$; радиус закругления режущей кромки ρ

= 18...80 мкм; ширина пропила $b=2,2...3,0$ мм; плотность древесины $\gamma_0 = 0,4...0,9$ г/см³; угол встречи с годовыми кольцами $\psi=20...90^\circ$.

Пример 2. Определить значение касательной силы резания на одной рамной пиле при следующем режиме пиления: при шаге зубьев пилы $t_3 = 32$ мм и высоте пропила $t = 16,0$ см число зубьев, находящихся в пропиле $z = 5$; при ходе пильной рамки $H = 700$ мм и посылке $S_{2x} = 30,6$ мм подача на зуб $S_z = 1,4$ мм; $b = 3,0$ мм, $\rho = 20$ мкм, $\delta = 75^\circ$, $\gamma_0 = 0,5$ г/см³; $\psi = 90^\circ$; влажность $w = 60\%$, зубья разведены. По формуле (2) получим $F_x = 1085,9$ Н.

Формула охватывает достаточно широкий диапазон параметров режимов резания, расчеты по ней нетрудоемки. Однако по степенной формуле невозможно решение обратной задачи, невозможен поиск рационального режима резания, удовлетворяющего критериям по шероховатости, производительности, энергоемкости, себестоимости и др.

Этот метод расчета удобен на стадии проектных работ, при выборе рационального варианта из множества вариантов.

Метод использования объемной формулы. В основу метода положено определение понятия удельной работы резания, как работы, необходимой для превращения в стружку древесины объемом 1 см³. Если значение удельной работы резания K помножить на секундный объем древесины, превращаемой в стружку W_c , то получится мощность, затрачиваемая на резание:

$$P = \frac{KW_c}{1000} = 1 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{см}^3} \cdot 1 \frac{\text{см}^3}{\text{с}} / 1000 = 1 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с}} / 1000 = \frac{1 \text{Вт}}{1000} = 0,001 \text{ кВт}.$$

Для станков с непрерывной подачей заготовок (продольно-фрезерных, круглопильных, ленточнопильных, лесопильных рам и др.) мощность на резание можно найти по объемной формуле, кВт

$$P = \frac{KW_c}{1000} = \frac{KbtV_s}{60 \cdot 1000}, \quad (3)$$

где K – удельная работа резания, Дж/см³, количественно равная удельной силе резания F_{y0} , Мпа; b – ширина фрезерования или ширина пропила, мм; t – глубина фрезерования или высота пропила, мм; V_s – скорость подачи, м/мин.

Расчетный метод применяется с 40-х годов прошлого столетия [4, 5] и применяется часто. Он позволяет решать прямые и обратные задачи, не слишком трудоемок.

Уязвимость расчетного метода заключается в определении значения удельной работы резания K , входящей в формулу (3). Для этого пользуются экспериментальными данными для заданного вида обработки древесины, представленными в таблицах или номограммах. Найденное таким образом значение K называют условно табличным и обозначают K_m . Табличное значение K_m получено для конкретных условий резания, и чтобы распространить его на другие условия используют поправочные коэффициенты на влажность, на породу, скорость главного движения, затупление лезвий и т.д. Значения поправочных коэффициентов берут из справочных таблиц. С учетом сказанного объемная формула получает вид

$$P = a_n a_w a_v a_\delta a_\rho \frac{K_m b t V_s}{60 \cdot 1000} \quad (4)$$

Пример 3. Определить значение касательной силы резания на одной рамной пиле при режиме пиления по примеру 2.

Решение. Для решения задачи необходимы дополнительные данные: частота вращения коленчатого вала $n = 360 \text{ мин}^{-1}$, скорость главного движения $V = 8,4 \text{ м/с}$. Скорость подачи $V_s = 11,0 \text{ м/мин}$, порода древесины ель влажностью $w = 60\%$ плотностью $0,5 \text{ г/см}^3$. Поправочные коэффициенты $a_n = 0,95$, $a_\rho = 1,4$; Табличное значение по (6, с.99) $K_m = 54,5 \text{ Дж/см}^3$.

Для рамного пиления формулу (4) запишем так:

$$P = a_n a_\rho \frac{K_m b t V_s}{60 \cdot 1000} = 0,95 \cdot 1,4 \frac{54,5 \cdot 3 \cdot 160 \cdot 11}{60 \cdot 1000} = 6,38 \text{ кВт.}$$

Окружная касательная сила резания на пиле

$$F_x = 1000P/V = 1000 \cdot 6,38 / 8,4 = 759,4 \text{ Н, (в примере 2 } F_x = 1085,9 \text{ Н).}$$

Таким образом, введение дополнительной информации, которая потребовалась для решения задачи, привело к новому результату.

Расчетный метод по объемной формуле не обладает гибкостью, не позволяет почувствовать физическую сущность процесса резания, не отражает взаимосвязь и взаимозависимость факторов процесса резания. Расчетный метод малоприменим для анализа процесса резания как технологической системы. Поправочные коэффициенты представляют собой фиксированный набор значений, не отражающий взаимозависимость и не учитывающий в полной мере параметры процесса резания. Так, например, коэффициент затупления a_ρ для стального лезвия принимается по таблице [6] в зависимости от продолжительности работы лезвия и угла встречи. Если материал лезвия, порода обрабатываемой древесины или влажность древесины изменились, то нужны новые справочные таблицы для определения коэффициента затупления. Для пользования методом надо иметь большой набор справочных таблиц, что делает его громоздким.

Табличное значение K_m принимается по экспериментальным данным, приведенным Ф.М. Манжосом для расчета процесса пиления рамными пилами [6, с. 99], круглыми пилами [6, с. 127], цилиндрического фрезерования [6, с. 236].

Метод использования табличной силы. Метод основан на использовании табличной силы F_{xm} , которую принимают для различных видов обработки древесины по таблицам. Отклонение заданного режима резания от табличного учитывают поправочными коэффициентами. Тогда расчетная касательная сила резания находится по формуле

$$F_x = a_n a_w a_v a_\delta a_\rho F_{xm}. \quad (5)$$

Метод табличной силы мало чем отличается от метода использования объемной формулы и обладает теми же достоинствами и недостатками. В обоих методах используются одни и те же справочные таблицы, одни и те же поправочные коэффициенты. При решении прямых и обратных задач эти методы объединяют.

Метод А.Л. Бершадского. Метод создан в 60-х годах прошлого столетия на базе общего закона резания древесины. В последние годы он несколько модернизирован, в нем используются поправочные коэффициенты, экспериментальные данные, аналитические зависимости, метод стал универсальным, пригодным для решения прямых и обратных задач, а также для системного анализа процесса резания. По сравнению с дру-

гими методами расчетный метод А.Л. Бершадского более трудоемкий, но пригодный для решения любых задач. Современный метод А.Л. Бершадского характеризуется следующими особенностями.

1. В результате обработки экспериментальных значений удельной работы резания, полученных в исследовательских работах Ф.М. Манжоса, М.М. Козела, И.С. Кугеля (фрезерование, 1956-1960 гг.) и А.А. Смирнова (пиление, 1958 г.) были получены уравнения для расчета значений фиктивной силы резания p , Н/мм, и касательного давления на переднюю поверхность лезвия k , МПа. Так, например, при фрезеровании древесины сосны при толщине срезаемого слоя $a \geq 0,1$ мм:

$$p_{//-\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_{\theta};$$

$$k_{//-\perp} = 0,196\delta + 0,069V' - 5,4 + (0,354\delta + 0,127V' - 14,22) \sin^{1,25} \varphi_{\theta}. \quad (6)$$

Здесь δ подставляют в град., V' – в м/с. Кроме того, если $V \leq 50$ м/с, то $V' = (90 - V)$, иначе $V' = V$.

Обрабатывая экспериментальные данные, полученные в современных условиях, методом А.Л. Бершадского, можно получить новые, более точные, выражения для расчета p и k .

2. Для случая срезания микрослоев ($a \leq 0,1$ мм) автором статьи предложено аналитическое уравнение [7] для единичной касательной силы резания, Н:

$$F_{x1} = (\alpha_{\rho} p + 0,1k) \left(1 - \frac{1}{\lambda} a^2 + \frac{0,2}{\lambda} a - \frac{0,01}{\lambda}\right) \quad (7)$$

где λ – коэффициент: $\lambda = \rho_o^2 + 0,2\rho_o + 0,01$; где ρ_o – начальный радиус закругления режущей кромки, мм.

Единичная касательная сила резания, действующая по задней поверхности лезвия, Н:

$$F_{x13} = (\alpha_{\rho} p + 0,1k) \left(\frac{\rho}{\rho + 50}\right), \quad (8)$$

где $\rho = \rho_o + \Delta\rho$, мм.

3. Коэффициент затупления лезвия находится по формуле

$$\alpha_{\rho} = 1 + (1 + 0,1 \frac{k}{p}) \frac{\Delta\rho}{\rho_o + 50} \quad (9)$$

Режущая кромка лезвия объединяет переднюю и заднюю поверхности в единое лезвие, поэтому коэффициент затупления режущей кромки отражает взаимовлияние параметров по передней грани (k) и задней грани (p).

4. Для учета неучтенных параметров режима резания в расчетном методе можно использовать поправочные коэффициенты на породу, влажность, пиление встречное или попутное. Тогда для продольного пиления круглыми пилами, например, удельную силу резания при $a_c \geq 0,1$ мм можно определить по формуле

$$F_{y\partial} = a_n a_w a_b \left[\frac{\alpha_{\rho} p}{a_c} + k + \frac{\alpha t}{b} \right], \quad (10)$$

где a_n – коэффициент учета породы древесины;

a_w – коэффициент учета влажности;

a_e – коэффициент вида пиления (встречное $a_e = 1$, попутное $a_e = 1,1$);

α_p – коэффициент затупления.

5. Анализируя эпюру нормальных давлений на лезвие, можно сделать вывод, что единичную силу F_{xn} по передней грани для срезаемого макрослоя можно найти как сумму площадей слоев эпюры по выражению [7]:

$$F_{xn} = 0,1k_m + k(a - 0,1).$$

Нормальную (радиальную) составляющую силы резания можно найти по уравнению:

$$F_{zn} = F_{xn} \operatorname{tg}(90^\circ - \delta - \varphi) = 0,1 k_m \operatorname{tg}(90^\circ - \delta_m - \varphi_m) + k(a - 0,1) \operatorname{tg}(90^\circ - \delta - \varphi),$$

где δ – угол резания;

φ – угол трения; коэффициент трения скольжения стружки по передней поверхности $\mu = \operatorname{tg} \varphi$.

Около режущей кромки угол резания δ_m непрерывно изменяется: $\delta \leq \delta_m \leq 90^\circ$. В зоне высокого давления коэффициент трения убывает до минимального значения $\mu = 0,18$ (угол трения $\varphi_1 \cong 10^\circ$). При $\delta_m = 90^\circ - \varphi_m$ первое слагаемое уравнения нормальной силы равно нулю, а в диапазоне $\delta_m = (90^\circ - \varphi_m) \pm \varphi_m$ нормальная сила в микрослое тоже равна нулю. Поэтому ввиду малости первым слагаемым нормальной силы можно пренебречь. Тогда при $a \geq 0,1$ мм

$$F_{zn} = k(a - 0,1) \operatorname{tg}(90^\circ - \delta - \varphi), \quad (11)$$

при $a < 0,1$ мм $F_{zn} = 0$.

6. При решении обратной задачи сначала находится значение параметра m_1

$$m_1 = \frac{F_{x \text{ зуб}}}{a_n a_w b F_{x0,1}}, \quad (12)$$

где $F_{x \text{ зуб}}$ – сила резания одним зубом режущего инструмента, Н; a_n , a_w – поправочные коэффициенты на породу и влажность соответственно;

b – ширина срезаемого слоя, мм; $F_{x0,1} = \alpha_p p + 0,1k$, Н.

Если значение $m_1 \geq 1$, то дальнейший расчет следует вести по уравнениям для макрослоев, при $m_1 \leq 1$, – по уравнениям для микрослоев. Для микрослоев толщина срезаемого слоя находится по выражению

$$a_{cm} = 0,1 - \sqrt{\lambda(1 - m_1)}. \quad (13)$$

Аналитический расчетный метод. Метод создается механико-математическим направлением развития науки о резании древесины. Процесс резания рассматривается как технологическая система, изучаемая методами анализа и синтеза. При анализе процесс резания расчленяется на отдельные взаимосвязанные части, которые всесторонне изучаются, а при синтезе эти части объединяются в единое целое.

Аналитический расчетный метод создан М.А. Дешевым, С.А. Воскресенским и их учениками. В последние годы работа продолжается учеными Архангельского государственного технического университета В.В. Соловьевым, А.М. Моргачевым, Л.В. Орленко [8], которые заявляют, что разработали метод расчета сил резания древесины, основанный на представлении процесса резания как процесса ее разрушения. Процесс

отделения стружки рассматривается как последовательность двух стадий: формирования дефектов типа “трещина” и ее развитие. На первом этапе, в зоне внедрения лезвия, в древесине формируются области повреждений (смятие волокон, потеря их устойчивости, разрыв), которые можно рассматривать как области возникновения начальных трещин. На втором этапе происходит развитие наиболее опасной трещины в неустойчивом режиме.

В заключение отметим, что в современных условиях совершенствование расчетных методов в области резания древесины ведется в различных направлениях. Все они части единой теории резания древесины.

Библиографический список

1. Гриневич, С.А. Разработка режимов цилиндрического фрезерования кромок фанеры общего назначения [Текст]: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук/ С.А. Гриневич; Минск: БГТУ, 2005. 19 с.
2. Грубе, А.Э. Основы теории и расчета деревообрабатывающих станков, машин и автоматических линий [Текст]: учебник/ А.Э. Грубе, В.И. Санев; М.: Лесн. пром-сть, 1973. 384 с.
3. Ивановский, Е.Г. Резание древесины [Текст]: учебное пособие/ Е.Г. Ивановский; М.: Лесн. пром-сть, 1975. 200 с.
4. Бершадский, А.Л. Резание древесины [Текст]: учебное пособие/ А.Л. Бершадский; М.: Гослесбумиздат, 1956. 328 с.
5. Соловьев А.А. Решение задач по резанию древесины [Текст]: учебное пособие/ А.А. Соловьев; М.: МЛТИ, 1981. 60 с.
6. Манжос, Ф.М. Дереворежущие станки [Текст]: учебник/ Ф.М. Манжос; М.: Лесн. пром-сть, 1974. 455 с.
7. Глебов, И.Т. Расчет режимов резания древесины [Текст]: монография/ И.Т. Глебов; Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. 156 с.
8. Орленко, Л.В. К вопросу исследования процесса резания древесины [Текст] Л.В. Орленко, В.В. Соловьев, А.М. Моргачев; Лесной журнал № 4, 1997.

Гришкевич А.А. (БГТУ, г. Минск, РБ) dosy@bstu.unibel.by

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЛЕЗВИЯ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ОТ ДЕЙСТВИЯ ИЗГИБАЮЩЕЙ СИЛЫ ACCOUNT ON STRENGTH OF EDGE WOODCUTTING TOOL FROM ACTIVITY OF CURVING FORCE

Износ режущего инструмента при обработке древесины и древесных материалов протекает весьма разнообразно в связи с различными условиями его эксплуатации. Эти условия могут резко изменяться в зависимости от обрабатываемого материала, геометрии и материала режущего инструмента, режимов резания, жесткости системы «станок-инструмент-деталь».

При недостаточной прочности лезвия инструмента его разрушение происходит путем хрупкого скалывания и выкрашивания или в результате пластической деформации и последующего среза.

По современным представлениям макроскопическое разрушение при резании материалов является результатом постепенного развития и накопления микротрещин, которые с увеличением внешней нагрузки сливаются в макротрещину [1].

Несмотря на то, что износ и затупление режущего инструмента является важнейшим показателем его работоспособности, физическая природа изнашивания при резании материалов изучена еще недостаточно вследствие исключительной сложности контактных процессов, протекающих на передней и задней поверхностях, а также режущей кромке лезвия.

Кривая затупления свидетельствует о двух фазах износа [2]: приработочного и монотонного. Первая, более интенсивная фаза износа (приработочный износ) носит характер микроаварийного износа-отрыва, выкрашивание целых блоков металла, характеризуемого появлением микропрофиля (шероховатости) режущей кромки острозаточенного лезвия [3]. Вторая фаза носит монотонный характер и является результатом сложного теплового и химико-механического процессов, протекающих в зоне контакта рабочих поверхностей лезвия инструмента с обрабатываемым материалом.

Проф. М.А. Дешевой [4] в 1934 г. доказал, что при угловых параметрах лезвия β при первом же контакте с обрабатываемым материалом произойдет разрушение около режущей кромки. Величину разрушения М.А. Дешевой рассчитывал по формуле

$$X = \frac{3P_0 \sin\left(\frac{\beta}{2} + \alpha\right)}{2K_{сжс} \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}} \quad (1)$$

Формула выведена для таких условий, когда лезвие считается абсолютно острым; нагрузка на лезвии сосредоточена на режущей кромке; опасное сечение перпендикулярно биссектрисе угла заострения; разрушающими напряжениями являются нормальные напряжения от изгибающего момента. Касательные напряжения от поперечных сил не учитываются.

Проф. С.А. Воскресенский [5], оперируя бесконечно малыми величинами dP_u и dx путем решения дифференциального уравнения, связывающего бесконечно малые обломы dx от изгибающей силой dP_u получил приближенную формулу для определения места излома абсолютно острого лезвия

$$X = \frac{3}{8} \frac{P_u}{\sigma_u \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}} \quad (2)$$

Проф. Резник Н.Е. утверждает [6], что под действием касательной силы резания кромка лезвия инструмента изгибается и в некотором его сечении $x-x$ на расстоянии y от вершины абсолютно острого лезвия неизбежно отламывается. Формула имеет следующий вид

$$y = \frac{3}{8} \frac{P_K}{\sigma_u \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}}, \quad (3)$$

где величина y определяет собой место излома лезвия.

Основной недостаток приведенных формул заключается в том, что все они получены для абсолютно острого лезвия, а сосредоточенная сила приложена на режущей кромке.

Значения X или y , подсчитанные по (1–3), дают завышенные и не сопоставимые друг с другом результаты. Так, для твердого сплава ВК15, для которого $\sigma_{ii} = 1765 \text{ Н/мм}^2$, при угловых параметрах $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 40^\circ$ и усилии $P = 100 \text{ Н}$, величина излома составляет:

по (1) $x = 0.185 \text{ мм}$; по (2) $x = 0,08 \text{ мм}$; по (3) $y = 0,64 \text{ мм}$.

Такие схемы нагружения передней поверхности лезвия могут иметь место только при очень малых толщинах срезаемого слоя и малых толщинах стружек.

Целесообразнее определять не величину излома, а значение возникающих напряжений в сечении ножа и сопоставлять их с пределом прочности на изгиб.

Современные исследования показывают, что силовое воздействие на рабочую поверхность лезвия режущего инструмента при обработке материалов имеет нагрузку различного закона распределения, что подтверждает так же характер изнашивания рабочих поверхностей лезвия фрезерного инструмента [7–9].

Изучение механизма разрушения (износа), определение его закономерностей, разработка теоретических методов расчета прочности лезвия инструмента, являются актуальными вопросами теории резания древесины и древесных материалов.

Характер и интенсивность износа дереворежущего инструмента в большей степени зависят от схемы нагружения рабочих поверхностей лезвия. Так, вероятность хрупкого разрушения режущей кромки при цилиндрическом фрезеровании древесины и древесных материалов сильно возрастает в момент выхода лезвия из зоны контакта с обрабатываемым материалом.

Ссылаясь на вышеизложенное, устанавливаем, что для повышения точности расчета хрупкой прочности лезвия, очевидно, необходимо вести расчет не на нагрузку, сосредоточенную на режущей кромке, а на нагрузку, распределенную на некоторой ширине поверхности лезвия. Именно таким образом ведется расчет прочности лезвия инструмента в научных трудах [1, 10, 11, 12 и др.].

В основу предлагаемых теоретических расчетов положено предположение о том, что на переднюю поверхность лезвия действует некоторая сплошная нагрузка, равномерно распределенная по ширине режущей кромки, и имеющая криволинейный характер распределения по длине контакта.

На рисунке 1 представлены основные виды нагрузок.

В числе факторов, влияющих на характер распределения нагрузки на переднюю поверхность лезвия, наиболее существенными являются: геометрические параметры инструмента, свойства обрабатываемого материала.

С увеличением переднего угла резания характер нагрузки, действующей на переднюю поверхность лезвия, значительно изменяется. Если передний угол равен нулю, то основная часть нагрузки приходится на режущую кромку лезвия.

В работе [10] указывается на то, что характер эпюры распределения нагрузки в большей степени зависит от свойств обрабатываемого материала.

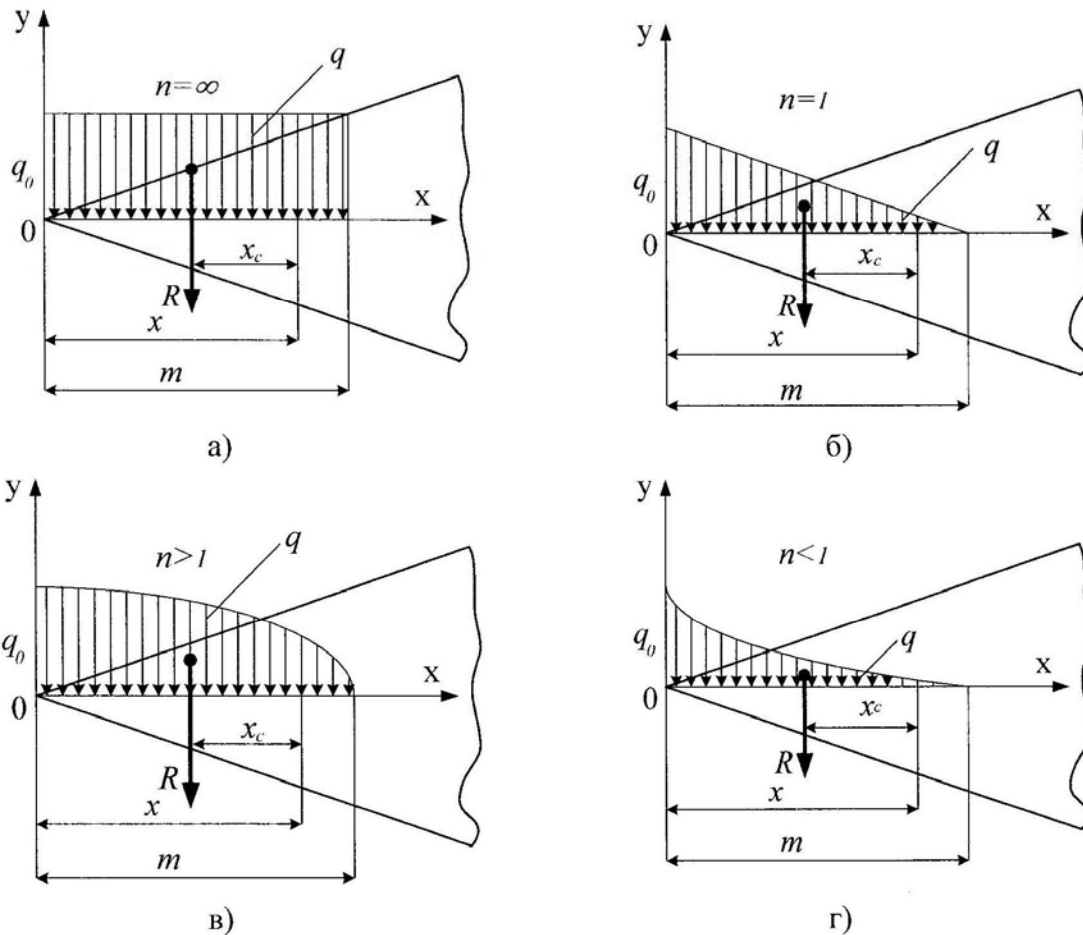


Рисунок 1 – Схемы распределения давлений на режущую кромку ножа: а – равномерно распределенная нагрузка; б – нагрузка, распределенная по закону треугольника; в – нагрузка, распределенная по закону выпуклой параболы; г – нагрузка, распределенная по закону вогнутой параболы

По-видимому, при резании древесины и древесных материалов могут иметь место все четыре вида нагрузки на переднюю поверхность лезвия.

Мало вероятно, чтобы нагрузка на переднюю поверхность лезвия от сходящей по ней стружки могла быть равномерно распределенной. При фрезеровании древесных материалов (ДСтП, МДФ), когда стружка практически не образуется, то здесь даже можно предположить, что действует сосредоточенная нагрузка.

Для фрезерного ножа можно считать силу $F_{\text{в}}$ как равнодействующую сплошной нагрузки, распределенной на длине m , представляющей проекцию длины контакта стружки с резцом передней поверхности лезвия на биссектрису угла заострения β .

Если начало координат выбрать на режущей кромке лезвия, то любой из представленных на рисунке 1 случаев распределения нагрузки может быть представлен формулой:

$$q = q_0 \left[1 - \left(\frac{x}{m} \right)^n \right] \quad (4)$$

Необходимо иметь в виду, что q и q_0 – это интенсивности нагрузки, приходящиеся на единицу длины биссектрисы угла заострения β (рис. 2).

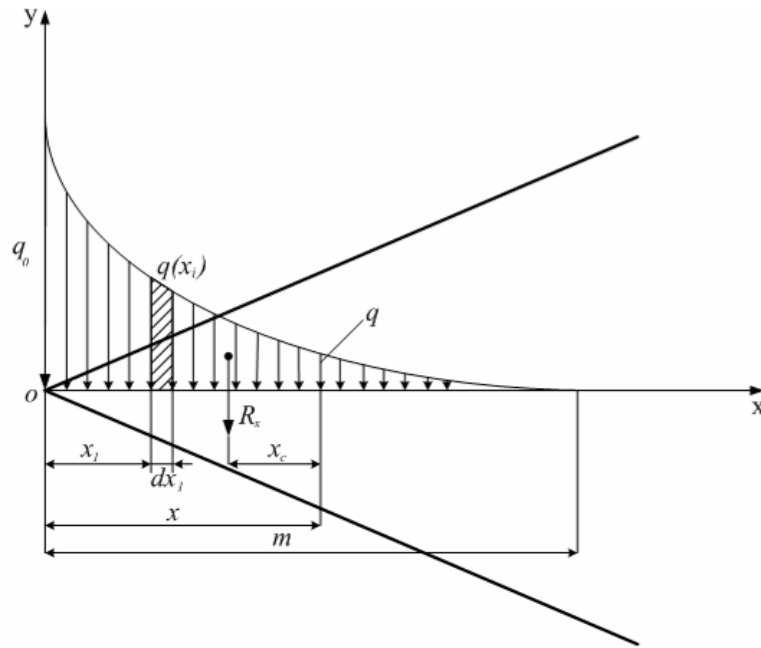


Рисунок 2 – Схема для расчета нагрузок

Величина m с достаточной степенью точности может быть определена по формуле, полученной на основании анализа (рисунок 3)

$$m = e \frac{\cos \frac{\beta}{2}}{\cos \gamma} \quad (5)$$

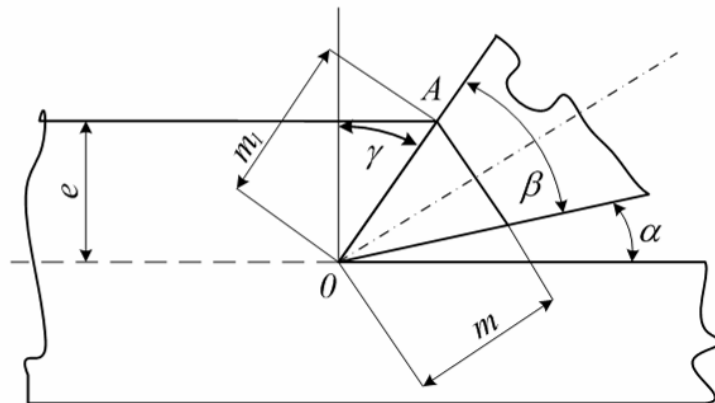


Рисунок 3 – Схема для определения условий длины контакта m

Если эпюра нагрузки, описывающая закон изменения интенсивности нагрузки, ограничена выпуклой параболой, то показатель $n > 1$, если она ограничена вогнутой параболой, то $0 < n < 1$, если эпюра нагрузки треугольная, $n = 1$ и, наконец, если она распределена равномерно, то $n = \infty$.

С учетом допущений, принятых в сопротивлении материалов, напряжение от F_u в любом сечении на расстоянии x от режущей кромки может быть определено по формуле

$$\sigma_{max} = \frac{M_{(x)}}{J_{(x)}} Y_{max} \quad \text{или} \quad \sigma_{(x)} = \frac{M_{(x)}}{W_{(x)}} \quad (6)$$

Определив в формуле (6) изгибающий момент и момент сопротивления в сечении, отстоящем на расстоянии x , получим напряжения в любом сечении ножа

$$\sigma_{(x)} = \frac{3}{2} \frac{F_u}{b \cdot \text{tg}^2 \frac{\beta}{2}} \cdot \frac{n+1}{n \cdot m} \left[\frac{1}{2} - \frac{a^n}{(n+1)(n+2)} \right], \quad (7)$$

где $a = \frac{x}{m}$, b – ширина ножа.

Уравнение (7) позволяет определить напряжение в любом сечении лезвия на участке m при любом из представленных на рисунке 1 эпюр нагружения передней поверхности ножа.

Анализ уравнения (7) позволяет сделать следующие выводы:

1. Нагрузка тип (рис. 1в) с показателем $n = 3$ и более может быть приравнена к равномерно распределенной. Вести расчеты с показателем $n > 3$ не имеет практического смысла;

2. При таком распределении нагрузки $n > 3$ маловероятно, что напряжения могут достичь значений, при которых возможен облом лезвия;

3. В некоторых случаях (главным образом при продольном резании на больших скоростях подачи материала, когда этот процесс сопровождается образованием опережающей трещины) характер распределения нагрузки может принять вид, изображенный на рисунке 4. Такое распределение нагрузки еще менее опасно для лезвия инструмента. Напряжения, возникающие при такой схеме нагружения, не могут вызвать облом даже при самых малых углах заострения ($\beta = 20^\circ$).

4. Вести расчет напряжений для показателя степени $n < \frac{1}{3}$, по-видимому, также нецелесообразно. В этом случае можно принимать, что вся сила сосредоточена на режущей кромке, а вести расчет на прочность можно по уравнению (2), предложенным в работе [5].

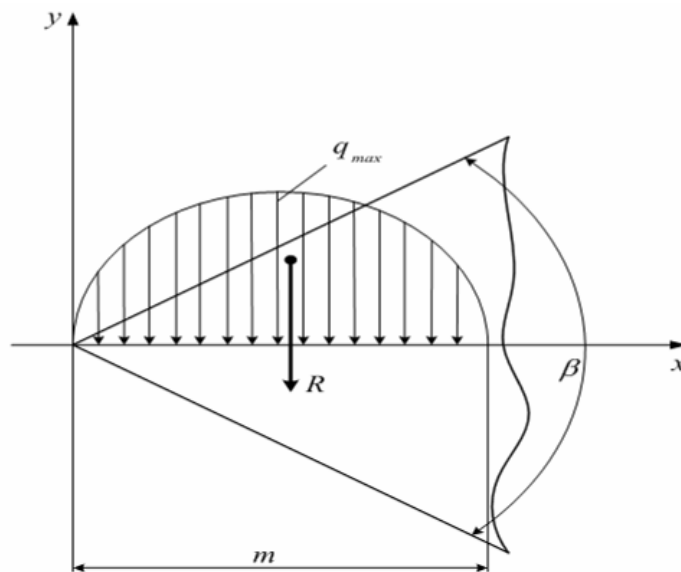


Рисунок 4 – Предполагаемый характер распределения нагрузки при продольном резании

В случае равномерно распределенной нагрузки, как принятой в работе [13], в уравнении (7) следует положить $n \rightarrow \infty$. Разделив числитель и знаменатель в (7) на n и учитывая, что всегда $a < 1$, найдем $\sigma_{(u)}$ при $n \rightarrow \infty$

$$\sigma_u = \frac{3}{4} \frac{q^*}{\text{tg}^2 \frac{\beta}{2}} = \frac{3}{4} \frac{F}{m} \frac{1}{\text{tg}^2 \frac{\beta}{2}} \quad (8)$$

Следует иметь в виду, что в уравнении (8) расчет ведется на единицу ширины ножа. Поэтому сила F есть равнодействующая сплошной нагрузки q^* , приходящейся на единицу ширины ножа. При таком распределении нагрузки разрушение может произойти только при очень малом значении угла заострения β , при резании очень твердых материалов.

Для полного представления о расчете напряжений на рабочей поверхности лезвия необходимо рассмотреть вопрос о величине напряжений непосредственно у режущей кромке. Из уравнения (7) следует, что этот случай будет иметь место, если $a \rightarrow 0$ (микростружка), или $x \rightarrow 0$ (к вершине режущей кромки), тогда

$$\sigma_u = \frac{3}{4} \frac{n+1}{n \cdot m} \frac{F_u}{b \cdot \text{tg}^2 \frac{\beta}{2}} \quad (9)$$

Из уравнения (9) следует, что при $a = 0$ величина напряжения имеет конечное значение, следовательно, если угол заострения ножа β достаточно велик, то режущая кромка не обязательно должна разрушаться под действием силы F_u .

Из анализа формулы (9) можно сделать вывод о том, что опасные напряжения у режущей кромки могут возникнуть только при больших значениях $F_{\text{бис}}$ и при малых углах заострения ножа β .

Уравнение (9) не опровергает доводы проф. Воскресенского С.А., поскольку необходимо принять во внимание, что это уравнение не учитывает действия на режущую кромку силы, направленной параллельно биссектрисе угла заострения ножа.

Выводы и рекомендации

1. Разрушение лезвия не является неизбежным фактором даже для очень острого ножа, если угол заострения имеет значение больше определенной критической величины, инструментальный материал имеет большой предел прочности при изгибе.

2. Следует обоснованно подходить к выбору инструментального материала для конкретной технологической операции. Например, применение твердого сплава ВК15, для которого предел прочности на изгиб составляет $\sigma_u = 1765$ МПа, предпочтительнее сплаву ВК4 для которого $\sigma_u = 1324$ МПа, хотя и в ущерб износостойкости.

3. Расчет прочности лезвия следует вести на нагрузку, распределенную по определенному закону на некоторую площадку рабочей поверхности ножа.

4. Так как напряжения, возникающие в лезвии инструмента от изгибающей силы резания значительно превышают напряжения, возникающие от сжимающей силы, то в большинстве случаев расчет прочности острого лезвия можно вести только по формулам нормальных напряжений от изгибающей силы.

5. Предложены теоретические уравнения для расчета напряжений в лезвии инструмента от величины изгибающей силы резания в зависимости от эпюры нагружения передней поверхности лезвия.

Библиографический список

1. Лолодзе Т.Н., Прочность и износостойкость режущего инструмента. - М.: «Машиностроение», 1982. - 320с.
2. Ящерицын П.И. и др., Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах.: Учеб. для вузов /П.И. Ящерицын, М.Л. Еременко, Е.Э. Фельдштейн. – Мн.: Выш. шк., 1990. – 512с.
3. Дереворежущие инструменты. Грубе А.Э. Изд. 3-е, перераб. и доп. «Лесная промышленность», 1971г., 344с
4. Дешевой М.А. Механическая технология дерева. – Л.: 1934.-511с.
5. Воскресенский С.А. Резание древесины. – М., Л.: Гослесбумиздат, 1955.- 199с.
6. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. М, «Машиностроение», 1975. - 311с.
7. Старков В.К. Дислокационные представления о резании металлов. – М.: «Машиностроение», 1979, - 160с.
8. Силин С.С. Методы подобия при резании материалов. – М.: «Машиностроение», 1979. - 152с.
9. Остафьев В.А. Расчет динамической прочности режущего инструмента. – М.: «Машиностроение», 1979г. - 168с.
10. Бетанели А.И. К исследованию прочности режущей части инструмента, Вестник машиностроения, № 2 , 1964.
11. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. М., Машгиз, 1956. 376с.
12. Износостойкость инструмента для фрезерования древесины. К.И. Демьяновский. М., «Лесная промышленность», 1968. - 128с.
13. Бершадский А.Л. Расчет режимов резания древесины. – М.: «Лесная промышленность», 1967г. - 175с.

Исаков С.Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) cbp@usfeu.ru

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ
РАСЧЕТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВИХРЕВЫХ ОЧИСТИТЕЛЕЙ¹**
*THE BASIS THE USING THE NUMERICAL ANALYSIS FOR
BESIGNING THE WHIRLERS*

Вихревые очистители (ВО) широко применяются в деревообрабатывающей промышленности, например для очистки воздуха от технологических выбросов: пыли, стружкой и опилками. В целлюлозно-бумажной промышленности вихревые очистители

¹ Работа выполнена под руководством профессора, д.т.н. А.А. Санникова

применяются в массоподводящих системах бумагоделательных и картоноделательных машин для очистки волокнистой суспензии от тяжелых включений. Они относятся к большой группе агрегатов, характерным признаком которых является вращающаяся среда (жидкость, газ) с разделением среды на составляющие (различающиеся по плотности).

Циклоны состоят обычно из цилиндрической и конической частей. Сортируемая среда подается в цилиндрическую часть по касательной к цилиндру, совершает внутри циклона вращательное движение с частотой пропорционально скорости среды V_c и обратно пропорциональной радиусу вращения r_g , частота вращения среды увеличивается от периферии к центру циклона (рис. 1).

При вращении волокнистой суспензии в ВО формируется широкополосная случайная нагрузка, действующая на корпус циклона. На «инородные частицы» и элементарные объемы волокнистой суспензии (волокна и жидкость) действуют силы инерции, тяжести и трения. Под действием сил инерции частицы включений, с плотностью большей плотности волокна двигаются по наибольшему радиусу, а с плотностью, меньшей плотности волокна, по минимальному радиусу. Под действием силы тяжести и архимедовой силы тяжелые включения опускаются вниз по винтовой линии, а легкие включения - вверх и уходят с восходящим потоком. Силы инерции вращающегося потока, действующие на корпус циклона, оказываются несбалансированными по ряду причин (отклонение от окружности сечений циклона, трение и турбулентные воздействия на стенки цилиндра, косые удары потока волокнистой суспензии, поступающей по трубе о стенки ВО).

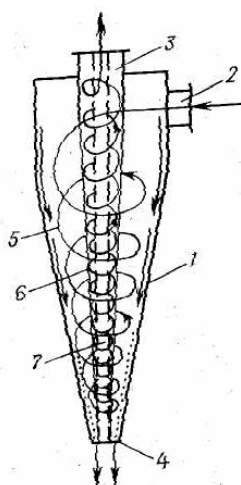


Рисунок 1 – Принципиальная схема ВО очистителя: 1-корпус; 2-питающий патрубок; 3-патрубок очищенной массы; 4-патрубок отходов; 5-внешний патрубок; 6-внутренний патрубок; 7-воздушный столб

Суммарное динамическое воздействие волокнистой суспензии на ВО можно представить в виде «белого шума». А динамическое воздействие в виде «белого шума» возбуждают колебания конструкций на их собственных частотах. Экспериментальные исследования большого количества ВО подтверждают вышесказанную гипотезу.

ВО обычно устанавливаются в батареях различного конструктивного исполнения. Суммарное групповое воздействие ВО возбуждает колебания конструкций блока так же на их собственных частотах.

Вибрация ВО и их блоков является одной из причин пульсации давления волокнистой суспензии и, как следствие, колебаний массы квадратного метра бумаги в продольном направлении.

Для примера приведем результаты экспериментальных исследований вибрации блока ВО типа «форжект» и ВО типа «магноклинер». Диаметры цилиндрической части ВО составляют соответственно 250 и 1100 мм. В первом случае наиболее четко выражена собственная частота 40 Гц. Именно на этой частоте проявляется вынужденная вибрация при работе ВО, СКЗ виброскорости до 23 мм/с (рис. 2). Во втором случае низшие собственные частоты колебаний ВО и поддерживающих конструкций лежат в пределах 8 – 17,5 Гц, а СКЗ виброскорости достигает 5,7 мм/с. Заметим, что допустимое значение виброскорости для этих конструкций 4,5 мм/с. В обоих случаях в спектрах колебаний массы 1 м² бумаги в продольном направлении проявляются частоты колебаний ВО.

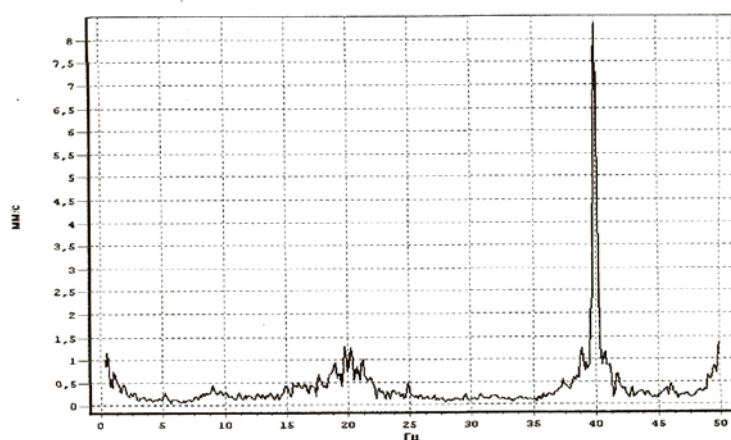


Рисунок 2 – Образец спектра виброскорости конструкции ВО

Уменьшение вибрации конструкций осуществляется воздействием на источник, на путях распространения и на приемник вибраций. Воздействие на источник вибрации при существующих конструкциях ВО исключено, так как источник повышенной вибрации – динамические воздействия ВО, заключаются в принципе их работы. На путях распространения вибрации реализуется установка на трубопроводах упругих вставок-амортизаторов. СКЗ виброскорости трубопроводов до и после вставок-амортизаторов не превышает 4,5 мм/с.

Уменьшение вибрации конструкций осуществляется воздействием на источник, на путях распространения и на приемник вибраций. Воздействие на источник вибрации в данном случае исключено, на путях распространения вибрации реализовано установкой на трубопроводах упругих вставок-амортизаторов. СКЗ виброскорости трубопроводов до и после вставок-амортизаторов не превышает 4,5 мм/с, что меньше допустимых значений.

Уменьшение вибрации ВО, трубопроводов и поддерживающей конструкции обеспечивается виброизоляцией каждого ВО отдельно путем установки упругодемпфирующих вставок-амортизаторов между трубопроводами и патрубками корпусов, а также применением упругодемпфирующих опор корпусов. Виброизоляция понизит собственную частоту колебаний корпусов, уменьшит передачу вибрации трубопроводам и

поддерживающим конструкциям, а вибродемфирование позволит уменьшить резонансную вибрацию.

Для поиска путей виброзащиты ВО в источнике, например, для выявления возможности обеспечения равновесного давления на стенки корпуса путем подвода массы не через одну а посредством нескольких трубопроводов, равномерно распределенных по периметру сечения корпуса; а также для выявления оптимального продления внутренней поверхности ВО, автором разработана методика численного анализа поведения массы в ВО с использованием программных средств МКЭ.

Сущность используемого МКЭ широко применяется для инженерных расчетов [3]. Геометрические модели корпуса ВО и жидкости в нем показаны на рис.3.

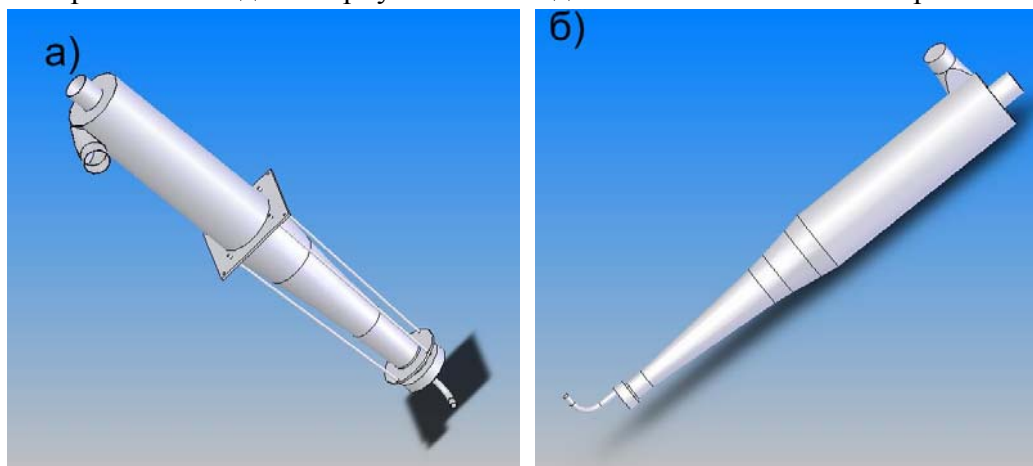


Рисунок 3 – Геометрическая модели корпуса (а) и жидкости (б) ВО

На весь объём жидкости наносится конечно-элементная сетка (КЭС) (рис. 4). Детальность в области высоких градиентов накладываемой КЭС принята выше, чем в остальных областях модели.

Исходные данные для расчета: параметры движения жидкости (скорости и давления на входе в вихревой очиститель, давление на выходе очищенной массы и «отходов» и др.). В модели приняты следующие допущения:

- корпус принят недеформируемым;
- расход «отходов» регулируется давлением на выходе;
- все физические параметры волокнистой суспензии приняты для воды при постоянной температуре;
- принята одинаковая шероховатость всех частей очистителя и не учтены возможные погрешности изготовления и сборки;
- не учтены вибрация корпуса и дефекты монтажа;
- давление на входе и выходе приняты постоянными (не учитывается пульсация давления бумажной массы).

Для расчета приняты следующие параметры давления на входе в ВО – статическое и динамическое 415 и 105 кПа; на выходе очищенной массы и в патрубке для отходов 150 и 101 кПа. Объемное распределение скоростей (м/с) элементарных объёмов жидкости и статическое давление показано на рис. 5, где отчетливо видно формирование восходящего потока, распределение скоростей и давлений.

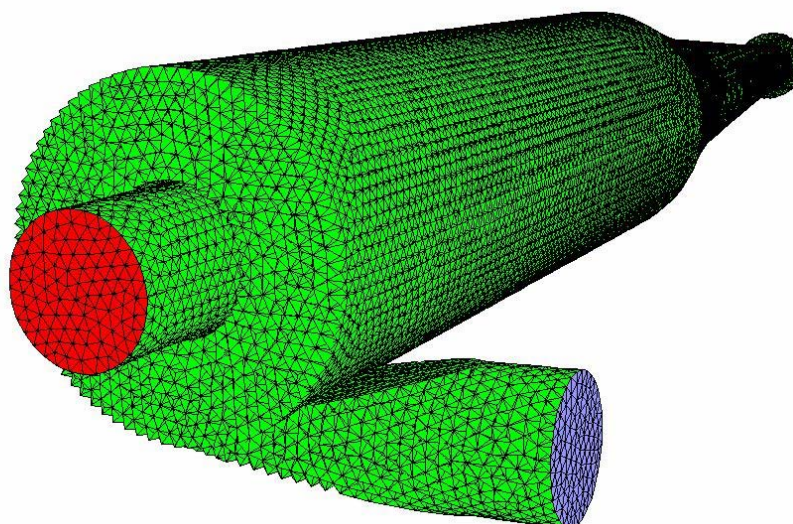


Рисунок 4 – Конечно-элементная сетка объема жидкости

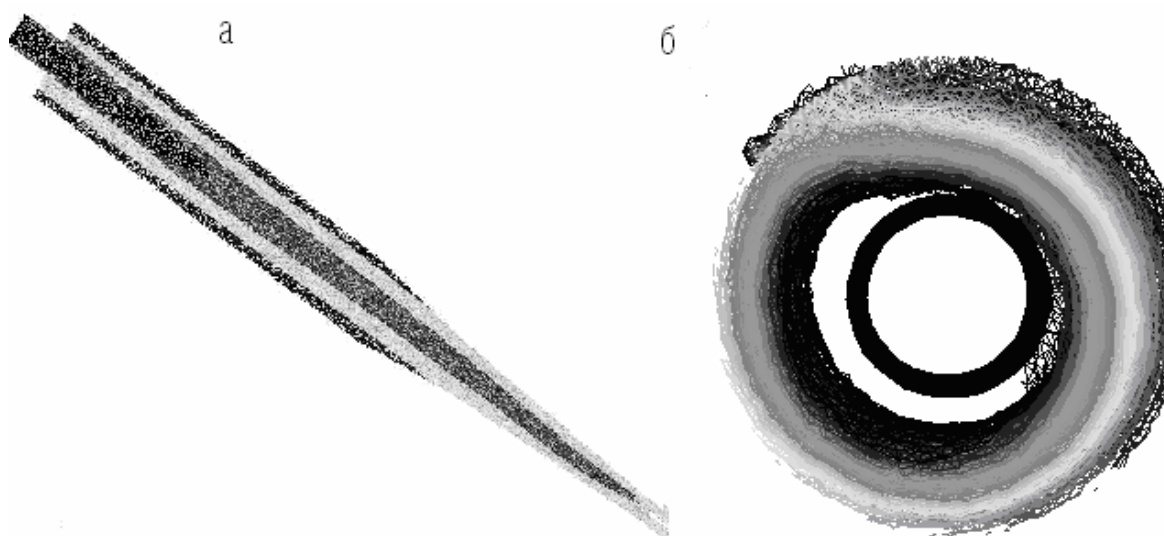


Рисунок 5 – Распределение скоростей (а) и давление в осевом направлении (б) и в поперечном (в) в ВО

При динамическом расчете корпуса ВО используется твердотельная модель конечно-элементной сетки (рис. 6). В модели распределённая присоединённая масса воды учтена путём увеличения плотности материала корпуса ВО. Получены следующие частоты колебаний 42,5; 44; 61,6-62,6 Гц.

Расхождение расчетной низшей собственной частоты колебаний корпуса ВО с экспериментальным значением не превышает 5-6%. При помощи МКЭ можно определить оптимальные характеристики ВО, варьировать их параметры.

Технологические агрегаты массоподводящей системы соединены трубопроводами. Эти участки являются волноводами, а так же сами могут быть источниками вибрации и пульсации бумажной массы в случае механического или (и) акустического резонанса. Поэтому, важно знать собственные частоты того или иного участка, чтобы избежать отрицательного воздействия на всю схему МПС.

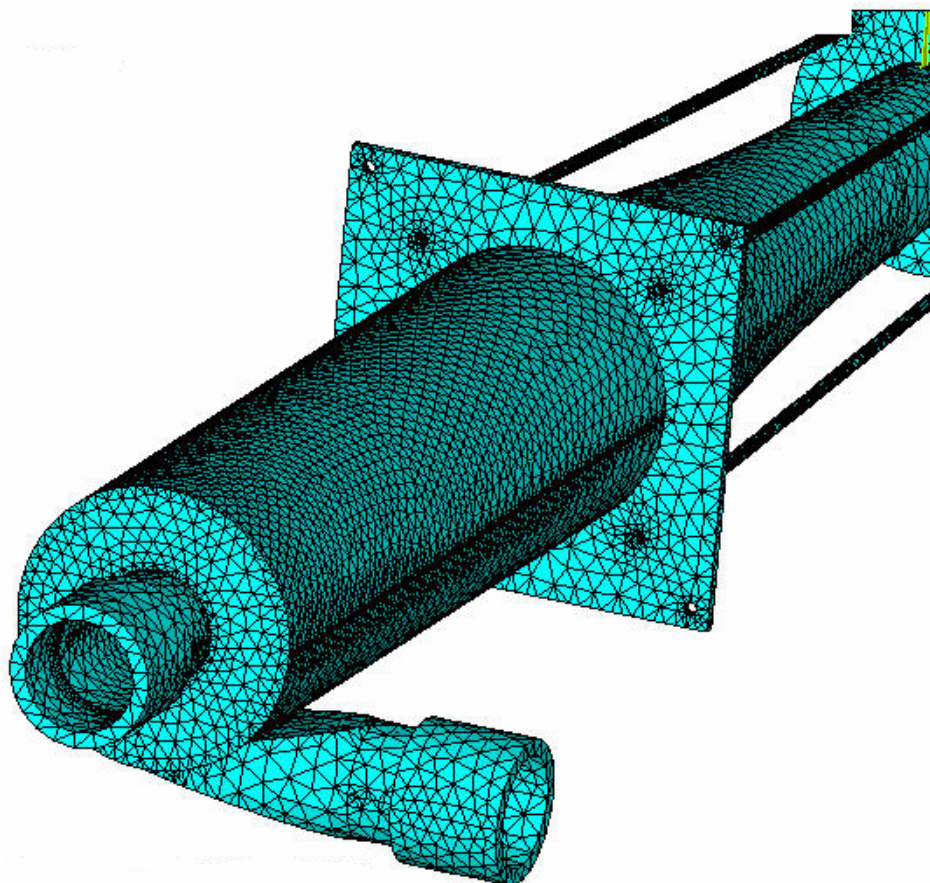


Рисунок 6 – Модель корпуса ВО

В работе, выходящие за рамки настоящей публикации, исследованы динамические характеристики трубопроводов и конструкций, поддерживающих ВО с использованием рассмотренного МКЭ.

Библиографический список

1. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины: Учеб пособие/ Под ред. В.С. Курова, Н.Н. Кокушина, СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2006. – 588 с.
2. Вейц В.Л. Динамика машинных агрегатов/ В.Л. Вейц. – М.-Л.: Машиностроение, 1969. – 383 с.
3. Галлагер Р. Метод конечных элементов/ Р. Галлагер. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 428 с.
4. Программа ANSYS. Краткий курс: учеб. Пособие/Представительство CAD-FEM GmbH в СНГ. – Снежинск, 1996. – 28 с.

Кузнецов А.И., Еловикова Ю.В. Новосёлова М.В.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) akwer@yandex.ru

**ТОРЦЕВАЯ ФРЕЗА-ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА
THE FACE-MILLING CUTTER ELECTROMOTOR
OF WOODWORKING MACHINE**

В современных чашкорезных станках режущим инструментом, как правило, является торцевая фреза. А привод главного движения состоит из электродвигателя, муфты или клиноременной передачи и шпинделя на котором закреплен инструмент.

Наиболее распространенные чашкорезные станки предназначены для выбора чаши у оцилиндрованных бревен с диаметром от 18 до 32 см. При этом одним из требований к механизму резания такого станка является возможность выполнения чаш под углом к оси бревна. Угол находится в диапазоне от 0 до 45 град. Таким образом, максимальная длина реза составит $L=320(1+1/\cos(45))=772,5$ мм. Наиболее очевидным конструктивным решением выполнения механизма резания будут либо шпиндель с длиной более 772,5 мм или двухэтажное расположение шпинделя и двигателя. Первый вариант предполагает длинный и тяжелый вал, масса которого, во первых нуждается в динамической балансировке, во вторых повлечет увеличение массы каретки из условий жесткости. Второй вариант также имеет недостатки: линия действия сил резания находится далеко от направляющих каретки, повышенная вероятность попадания стружки в электродвигатель.

Для более быстрого и качественного фрезерования частота вращения шпинделя желательно должна быть выше 6000 мин^{-1} . В первом варианте для достижения указанной частоты необходим частотный преобразователь, во втором варианте этот вопрос решается подбором диаметров шкивов, т.к. асинхронный электродвигатель имеет максимальную синхронную частоту вращения 3000 мин^{-1} , при питании от промышленной сети с частотой тока 50 Гц. Следовательно, электродвигатель будет иметь большие габариты и вес, т.к. его мощность имеет близкую к линейной зависимость от частоты вращения.

Ещё один вопрос, который следует упомянуть – это удаление стружки. Пользователи чашкорезных станков отмечают, что данный вопрос не всегда полностью решен и им приходится использовать ручной труд для её удаления.

Авторы статьи предлагают следующую конструкцию механизма резания чашкорезного станка (рисунок 1).

Шпиндель становится ротором и помещается в электродвигатель. Шпиндель выполнен полым и несет дополнительную функцию – транспортирования стружки. На внешней стороне шпинделя закреплены постоянные магниты – они взаимодействуют с магнитным полем электродвигателя. Для управления электродвигателем используется специализированный частотный преобразователь. Статор и корпус электродвигателя используются от стандартного электродвигателя АИР100S2 мощностью 4 кВт. Корпус электродвигателя обрабатывается для того чтобы его верхняя часть вписывалась в окружность 180 мм. Для указанного электродвигателя это возможно при удалении ребер охлаждения. Ножи в шпинделе выполнены узкими, расположены в шахматном порядке с целью формирования узкой, прерывистой стружки. При работе на высоких частотах

тах вращения ножевая головка формирует воздушную струю, которая транспортирует стружку к стружкоприемнику. Так же воздушный поток омывает стенки ротора и поглощает часть тепловой энергии статора, тем самым, улучшает охлаждение электродвигателя.

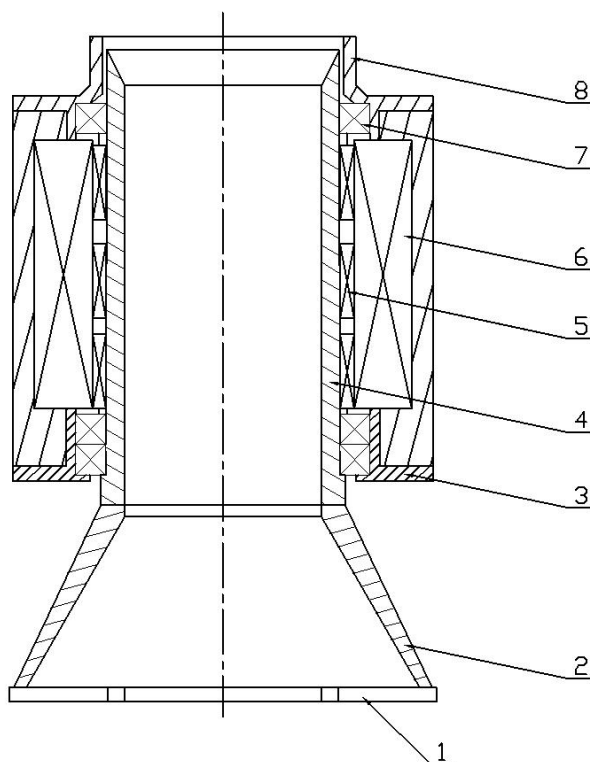


Рисунок 1 – Схема торцевой фрезы-электродвигателя: 1 - ножи, 2 - ножевая головка, 3- передняя крышка электродвигателя, 4-ротор, 5-постоянные магниты, 6-статор, 7- подшипник качения, 8-задняя крышка электродвигателя со стружкоотводом

Библиографический список

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин – М.: Высшая школа, 2000. – 447 с.

Кузнецов А.И., Еловицова Ю.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

akwer@yandex.ru

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ОБОРУДОВАНИИ

*THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE MOBILE
MEASURING DEVICE FOR RESEARCH OF DYNAMIC PROCESSES
IN WOODWORKING EQUIPMENT*

Одним из направлений повышения производительности деревообрабатывающих станков является интенсификация процессов резания, что увеличивает нагруженность элементов механизмов резания.

В связи с переменными действующими нагрузками (силами резания) на механизм резания, а так же с колебательными процессами элементов механизма резания определить расчетом силовые и кинематические параметры невозможно.

Это обстоятельство потребовало проведения экспериментальных исследований.

Одним из важных кинематических параметров является ускорение элементов механизма резания.

В технической литературе описано много способов определения ускорения деталей механизмов оборудования. Например, акселерометры, действие которых основано на регистрации деформации металлической пластинки под действием сил инерции. Такие акселерометры имеют массу от 0,5 до 1 кг и требуют проводного подключения к регистрирующей аппаратуре. Это создает трудности при их установке и использовании. Исследовать некоторые движущиеся и вращающиеся элементы такими акселерометрами не представляется возможным.

Промышленных образцов легких и малогабаритных акселерометров обнаружено не было.

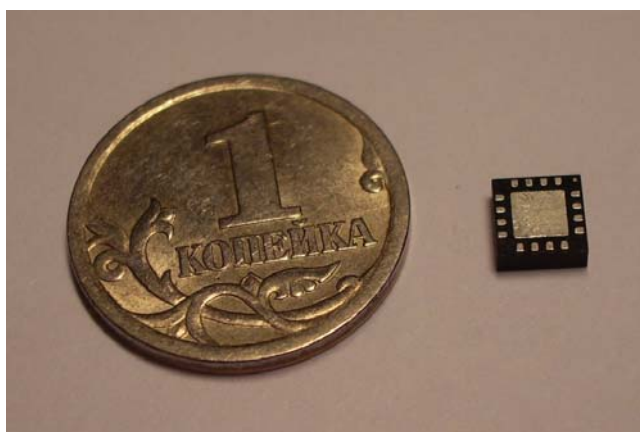
Цель и задачи работы

Разработка, изготовление и использование акселерометра со следующими параметрами:

- Диапазон регистрируемых ускорений до 150 м/с^2 ;
- Габариты до (ДхШхВ) 150х100х30 мм;
- Одновременная двухканальная запись измерений;
- Частота измерений 1000 Гц;
- Сохранение данных на карту памяти в текстовом формате.

Компоненты, использованные при изготовлении акселерометра:

- Акселерометр 2х осевой ADXL321;
- Микроконтроллер 16-ти разрядный dsPIC30F3012;
- Карта памяти типа multimedia card.



GENERAL DESCRIPTION

The ADXL321 is a small and thin, low power, complete dual-axis accelerometer with signal conditioned voltage outputs, which is all on a single monolithic IC. The product measures acceleration with a full-scale range of $\pm 18 \text{ g}$ (typical). It can also measure both dynamic acceleration (vibration) and static acceleration (gravity).

The ADXL321's typical noise floor is $320 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$, allowing signals below 3 mg to be resolved in tilt-sensing applications using narrow bandwidths ($< 50 \text{ Hz}$).

The user selects the bandwidth of the accelerometer using capacitors C_x and C_y at the X_{OUT} and Y_{OUT} pins. Bandwidths of 0.5 Hz to 2.5 kHz may be selected to suit the application.

The ADXL321 is available in a very thin $4 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 1.45 \text{ mm}$, 16-lead, plastic LFCSP.

Рисунок 1– Внешний вид 2х-канального акселерометра ADXL321 и общее описание

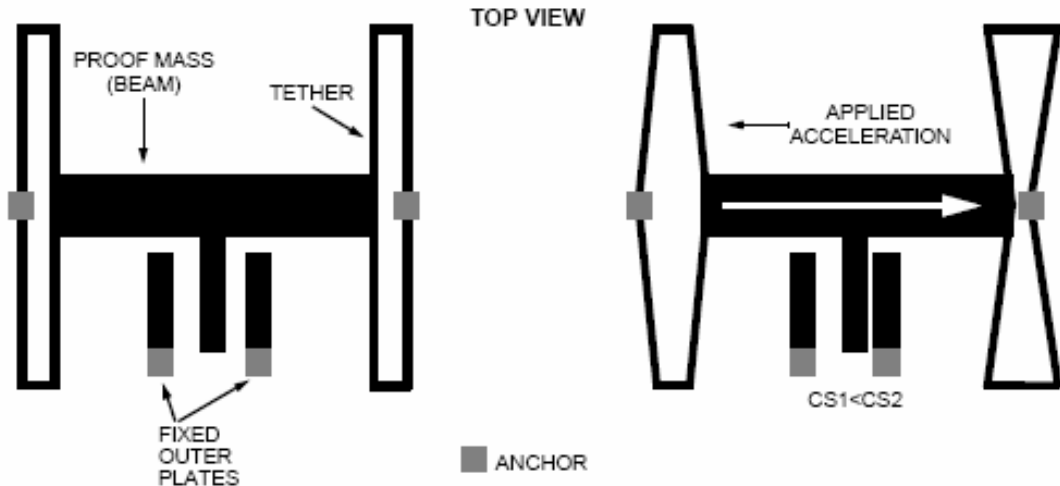


Рисунок 2 – Принцип действия акселерометра ADXL321

18-Pin PDIP and SOIC

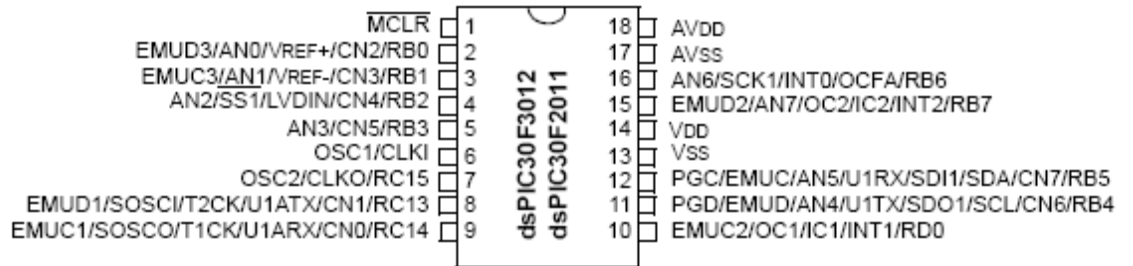


Рисунок 3 – Микроконтроллер dsPIC3012, использованный для аналогового – цифрового преобразования измеряемого сигнала и записи его на MMC карту

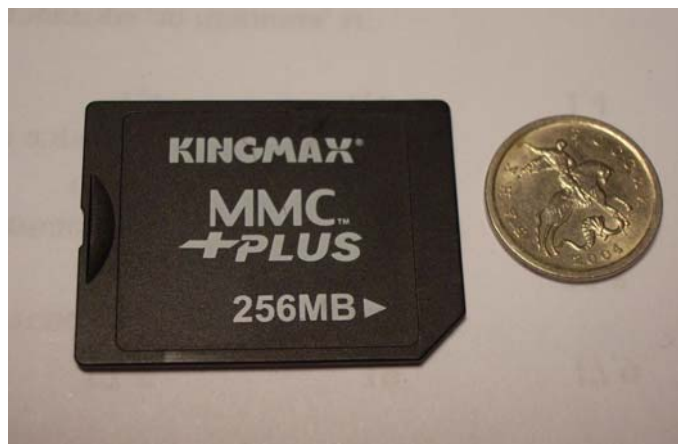


Рисунок 4 – Внешний вид карты памяти Multimedia Card 256 MB

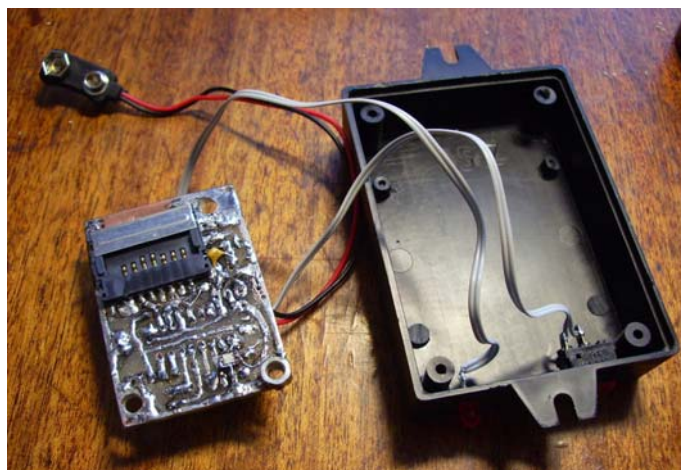


Рисунок 5 – Печатная плата и корпус акселерометра

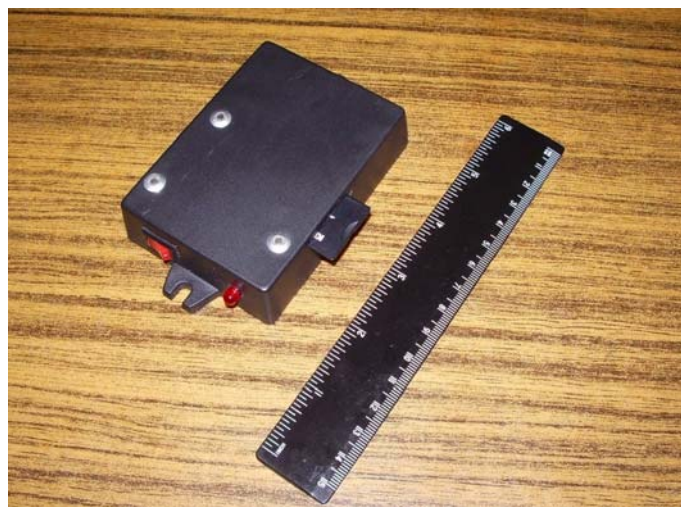


Рисунок 6 – Внешний вид акселерометра

Акселерометр работает следующим образом: после включения устройства оно выполняет инициирование карты памяти и при отрицательном результате сигнализирует вспышками светодиода об отсутствии готовности. При успешной инициализации оно входит в состояния ожидания, время которого обусловлено необходимостью удаления исследователя на безопасное расстояние от объекта. Время задержки выбрано 60 с. Затем устройство входит в состояние регистрации и записи измерений на карту памяти. Эти процессы происходят последовательно.

Устройство регистрирует 256 значений с преобразователя ускорений. Значение каждого измерения занимает 2 байта информационного пространства. Затем устройство записывает 512 байт информации на карту памяти. Процесс циклически повторяется, пока не будет записано необходимое количество значений. После чего устройство входит в состояние ожидания.

Поскольку процесс записи проходит в промежутках между измерениями необходимо было удостовериться, что регистрация следующих 512 байт будет происходить без задержки. Для чего устройство было запущено с частотой измерений 2000 Гц и при каждом измерении формировало импульс.

Проверка акселерометра на удвоенной частоте регистрации сигнала (2000 Гц).

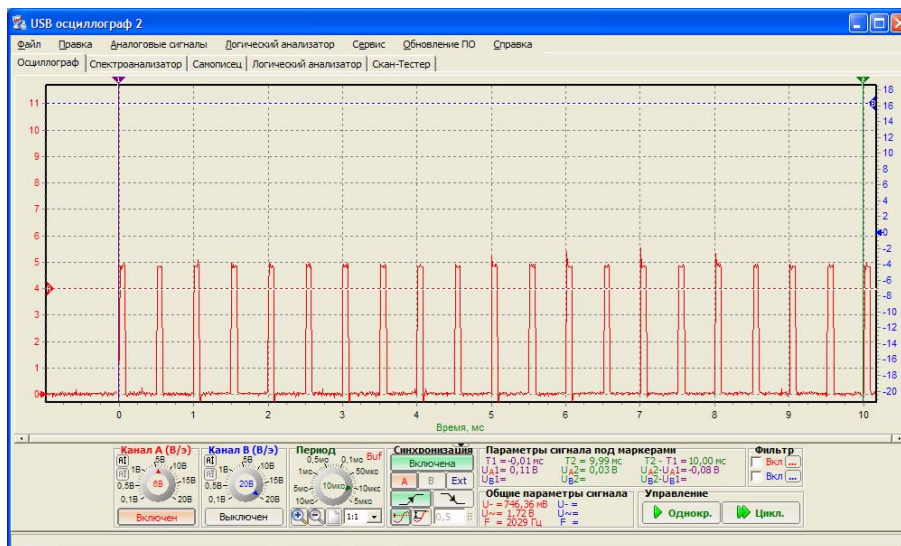


Рисунок 7 – Временная осциллограмма, подтверждающая что акселерометр успевает непрерывно получать и сохранять данные на скорости 2000Гц. По графику видно, что скорость выборки 20 изм./10мс, что равно 2 изм. за 1 мс или 2000 изм. в секунду

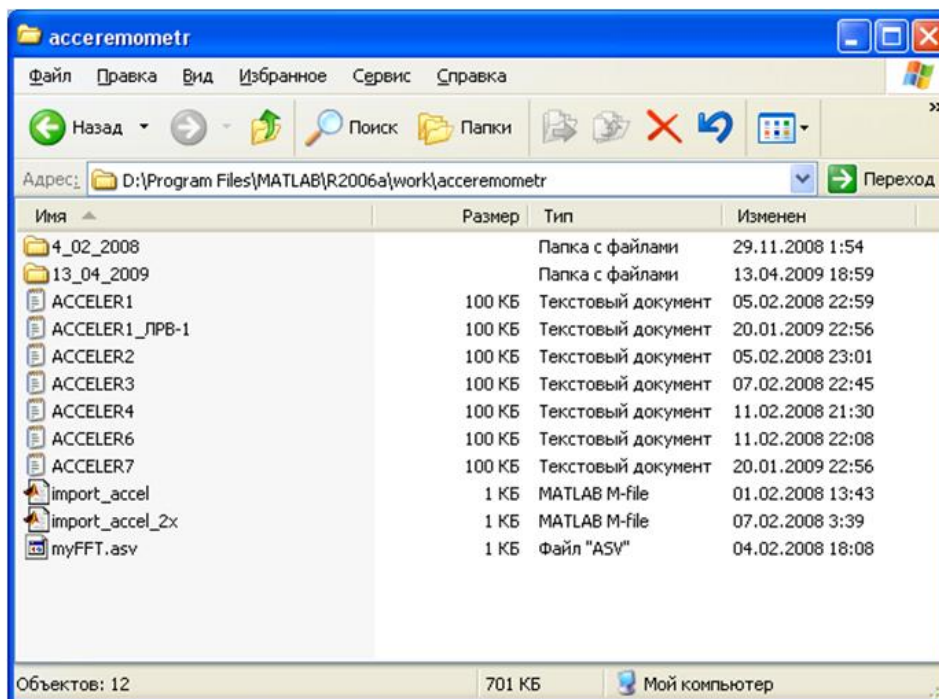


Рисунок 8 – Полученные данные хранятся в виде текстовых файлов «ACCELER»

```

D:\Program Files\MATLAB\R2006a\work\laccerometr\import_accel_2x.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
1.0 1.1 x
This file uses Cell Mode. For information, see the rapid code iteration video, the publishing video, or help.
1 - fid = fopen('ACCELER1.TXT', 'r');
2 - k = 51200;
3 - kk = k/2;
4 - x = fread(fid, k, 'ushort', 'ieee-be');
5 - fclose(fid);
6 - %v = x*5/4096;
7 - %%
8 - for m = 1:kk
9 -     chan1(m) = x(m*2-1);
10 -    chan2(m) = x(m*2);
11 - end
12 - %%
13 - Ycenter = 2055;
14 - G1Y = 82.5;
15 - Y = (chan2-Ycenter)/G1Y;
16 - Xcenter = 2054;
17 - G1X = 82.5;
18 - X = (chan1-Xcenter)/G1X;
19 - plot (X, 'DisplayName', 'X', 'YDataSource', 'X');
20 - hold all; plot (Y, 'DisplayName', 'Y', 'YDataSource', 'Y');
21 - hold off; figure(gcf)
22 - %%
23 - %clear all
script Ln 15 Col 25 OVR

```

Рисунок 9 – Листинг программы для среды MATLAB для обработки файлов с данными, полученными при помощи акселерометра

Использование акселерометра производилось на лесопильных рамах ЛРВ1 и ЛРВ2

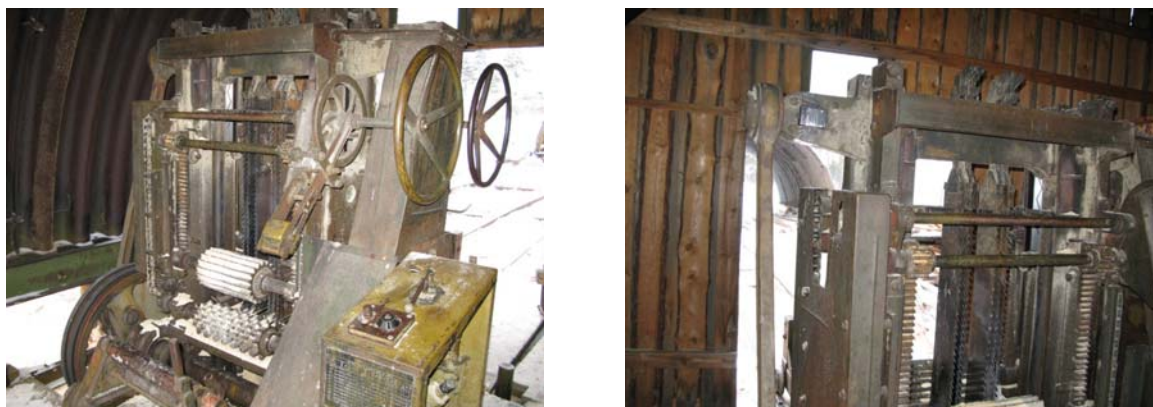


Рисунок 10 – (слева на право) Лесопильная рама ЛРВ 1 и закрепленный акселерометр

На ЛРВ-1 измерялось ускорение пильной рамки.

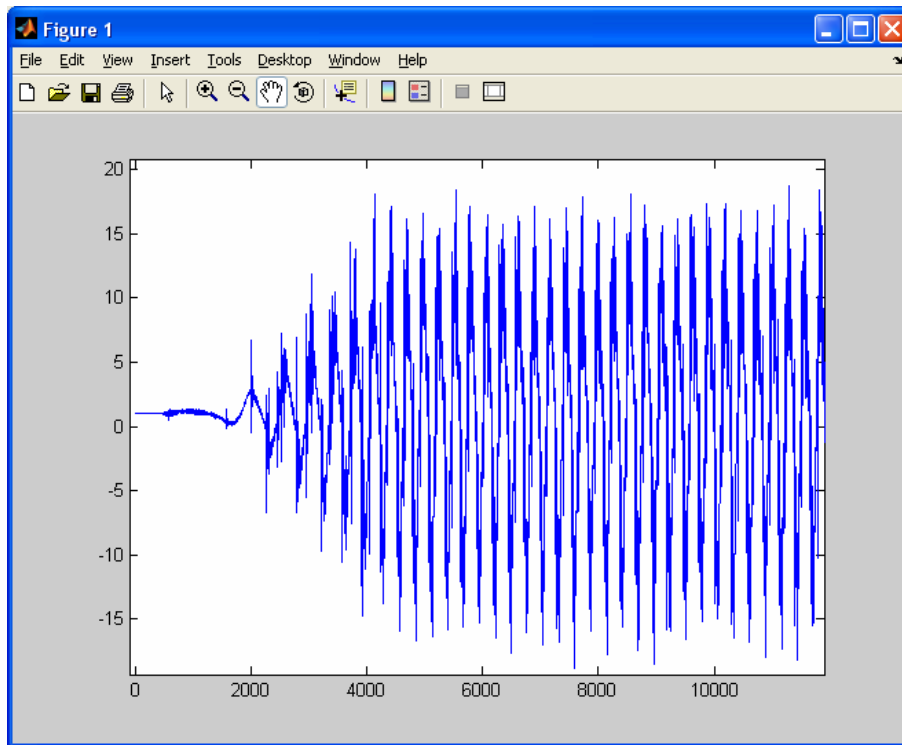


Рисунок 11 – Разгон пыльной рамки ЛРВ-1

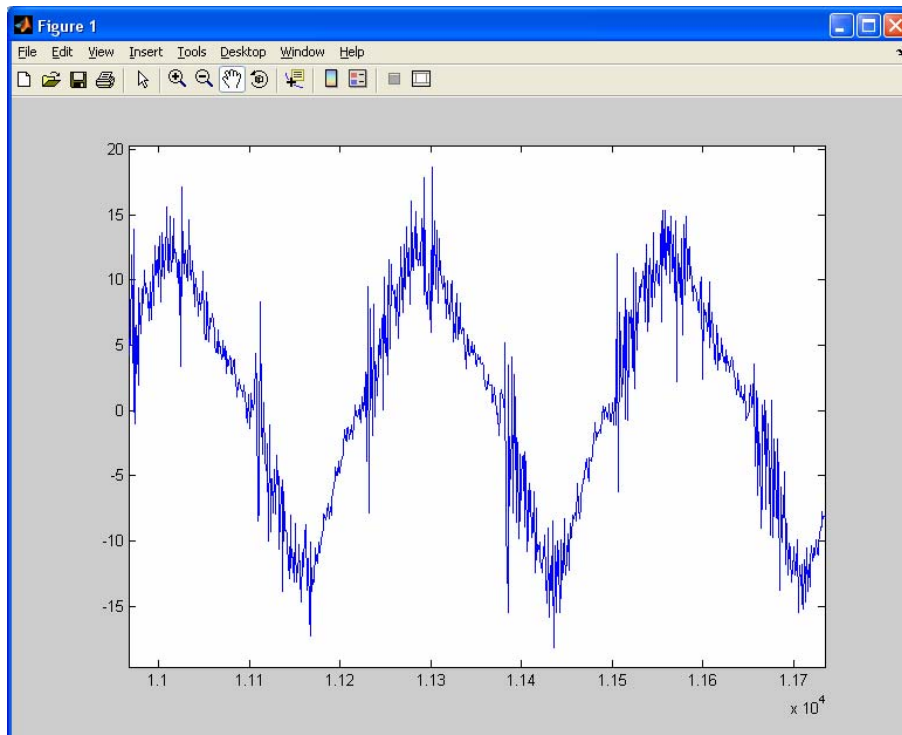


Рисунок 12 – Типичная осциллограмма ускорений пыльной рамки ЛРВ-1

Использование акселерометра на лесопильной раме ЛРВ2.



Рисунок 13 – Круглый лесоматериал и лесопильная рама ЛРВ – 2, распиливающая двукантный брус

Пиление двукантного бруса $H=150$ мм



Рисунок 14 – Распиливаемый двукантный брус и установленный акселерометр на синхронизирующем валу механизма резания ЛРВ - 2

Полученные данные с акселерометра

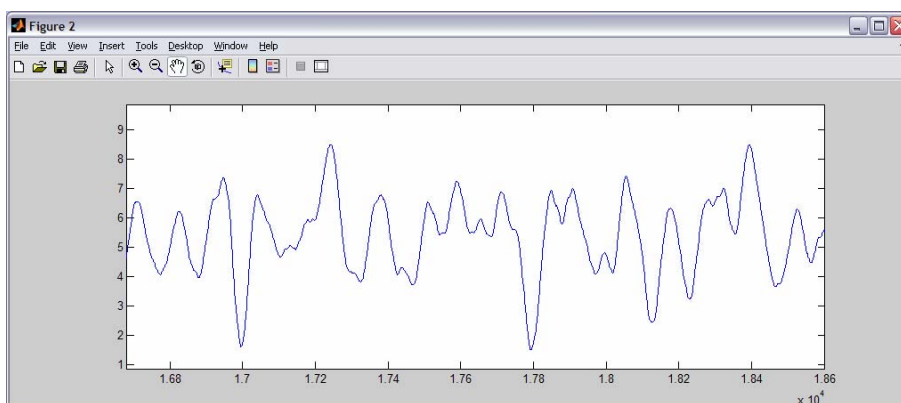


Рисунок 15 – Ускорения синхронизирующего вала ЛРВ-2, пиление двукантного бруса $H = 150$ мм, шестью пилами $Bл=3,4$ мм

Заключение

Разработан, изготовлен и использован акселерометр со следующими параметрами:

- Диапазон регистрируемых ускорений до +/- 176 м/с² (18 G) ;
- Габариты до (ДхШхВ) 114x75x22 мм;
- Одновременная двухканальная запись измерений;
- Частота измерений 1000 Гц;
- Сохранение данных на карту памяти в текстовом формате.

Библиографический список

1. Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения [Текст]: Серия «Библиотека профессионала».- М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.: ил.
2. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В., Папуловский В.Ф. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий [Текст]: учеб. пособие для вузов. М.: ДМК Пресс, 2005.-208 с.: ил.
3. dsPIC30F2011/2012/3012/3013 Data Sheet (5/30/2008) dsPIC30F Sensor Family 16-bit Digital Signal Controller [Электронный ресурс]. // – Загл. с экрана. Режим доступа свободный URL: <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en010342> (дата обращения: 8.09.2009).
4. ADXL321: Small and Thin ±18 g Accelerometer [Электронный ресурс]. // – Загл. с экрана. Режим доступа свободный URL: <http://www.analog.com/en/sensors/inertial-sensors/adxl321/products/product.html> (дата обращения: 8.09.2009).

Кузнецов А.И., Сабитов Р.З. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

akwer@yandex.ru

РУБАНОК С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ-НОЖЕВОЙ ГОЛОВКОЙ *THE PLANE WITH ELECTROMOTOR-CUTTERHEAD*

Известны электрорубанки с 2, или 4 съемными ножами, закрепленными на барабане и вращающимися в зависимости от модели со скоростью от 10 000 до 18 000 оборотов в минуту. [2] Недостаток известных устройств состоит в том, что вращающийся барабан получает вращение от шкива электродвигателя посредством ременной передачи. Исключение этого узла из устройства позволит снизить массу рубанка и сделать его компактнее.

Авторы предлагают следующую конструкцию электрорубанка показанную на рисунке 1. Устройство состоит из элементов: 1 – внешний ротор; 2 – статор; 3 – рукоятка рубанка; 4 – блок управления; 5 – регулировка глубины резания; 6 – редкоземельные магниты; 7 – нож; 8 – корпус

Устройство состоит из статора, относительно которого происходит вращение внешнего ротора с установленными ножами. Ножевая головка выполнена пустотелой, на внутреннюю часть которой установлены постоянные магниты, воспринимающие

крутящий момент непосредственно от статора. Это позволяет не применять дополнительные механические передачи, передающие вращение. Снижено количество подшипниковых опор с четырех до двух. Частота вращения ротора имеет возможность плавной бесступенчатой регулировки. В устройстве применены редкоземельные магниты, позволяющие увеличить удельную мощность механизма.

Устройство работает следующим образом: преобразователь частоты, встроенный в блок управления 4, вырабатывает необходимый ток, который передается на статорную обмотку по токоведущим проводникам. В статоре 2 возникает магнитное поле, под воздействием которого начинают перемещаться магниты 6, вращая ножевую головку, с закрепленными в ней ножами 7. Рубанок надвигается на заготовку – происходит процесс фрезерования.

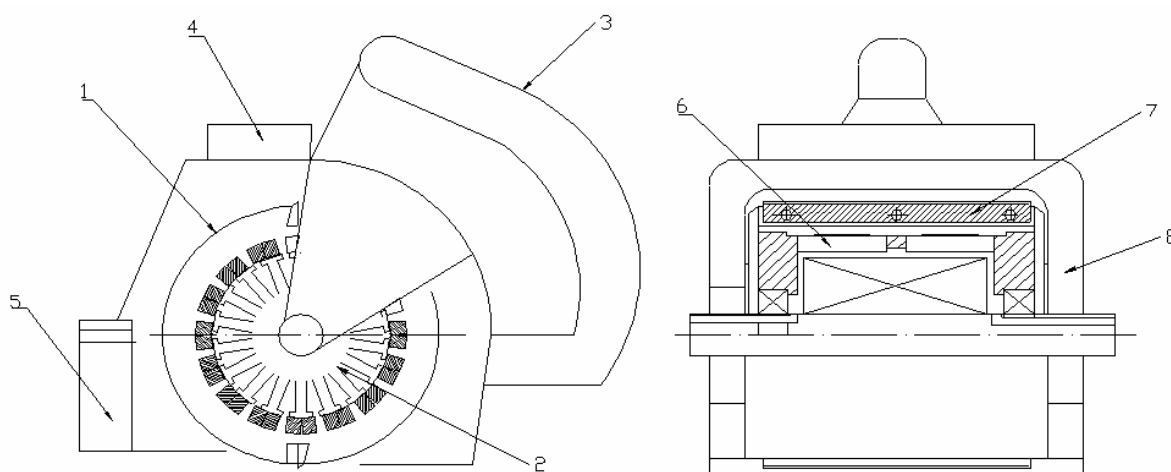


Рисунок 1 – Конструкция электрорубанка

Библиографический список

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин – М.: Высшая школа, 2000. – 447 с.
2. Рубанки, рейсмусы/Рубанки/Интернет – магазин электроинструментов // [Электронный ресурс] Загл. с экрана. Режим доступа свободный (Дата обращения 10.09.2009) <http://www.superdrel.ru/catalog/id65/>.

Куцубина Н.В., Калимулина Т.В., Перескоков И.В.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) cbp@usfeu.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛОЖНЫХ ВАЛОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН THE DETERMINATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE COMPLEX SHAFTS OF THE PAPER MACHINES

В бумагоделательных машинах (БМ) используются уникальные валы, не встречающиеся в других отраслях техники: отсасывающие и с регулируемым прогибом. Характерной особенностью сложных валов является наличие двух соосных взаимосвязан-

ных элементов, имеющих между собой и основанием (поддерживающей конструкцией) те или иные связи. В отсасывающих валах такими элементами являются вращающаяся рубашка вала и неподвижная отсасывающая камера, связанные между собой упруго-демпфирующими связями в виде подшипниковых опор и уплотнений отсасывающей камеры. В валах с регулируемым прогибом соосными элементами являются неподвижная ось и вращающаяся рубашка, связанные между собой подшипниками качения [1].

Недостаточная разработанность методик определения динамических характеристик сложных валов БМ, связанная, прежде всего, со сложностью расчетных динамических и математических моделей, приводит к повышенной виброактивности валов и конструкций БМ.

Экспериментальные исследования колебаний конструкций БМ №3 Краснокамской бумажной фабрики «Гознак» показали, что станина и фундамент прессовой части в горизонтальных направлениях колеблются по форме обратного маятника и преимущественно на частотах (22,4; 23,8 Гц), равных и кратных оборотным частотам отсасывающего вала. Источником этих колебаний может быть неуравновешенность, несоосность или нецилиндричность валов прессовой части, дефектов муфт и других причин.

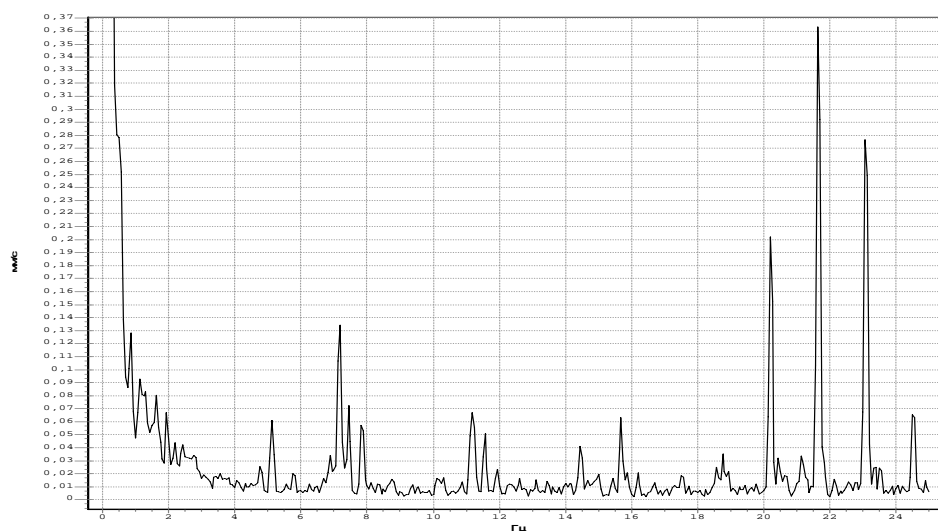


Рисунок 1 – Горизонтальные продольные колебания станины прессовой части БМ №3 Краснокамской бумажной фабрики «Гознак» при скорости секции 200 м/мин

Интенсивные колебания сложных валов прессовых частей скоростных БМ нередко возбуждаются на собственных и кратных им частотах.

Расчетные схемы сложных валов сводятся в общем случае к системе двух соосных сопрягаемых между собой и неподвижным основанием стержней. Связи между стержнями могут быть сосредоточенными и распределенными, упругими и упруго-демпфирующими.

Обобщенная динамическая модель сложных валов представлена на рисунке 2, где обозначено: E_k , ρ_k , S_k , I_k и E_p , ρ_p , S_p , I_p - модуль упругости и плотность материала, площадь и момент инерции сечения соответственно оси (сердечника, камеры) и рубашки вала; C_i , b_i ($i=1,2,\dots,6$) и $C_{i\theta}$, $b_{i\theta}$ ($i=3,6$) - коэффициенты жесткости неупругих сопротивлений сосредоточенных опор соответственно линейные и угловые; C_{op} , b_{op} , C_{ok} , b_{ok} -

коэффициенты жесткости и неупругих сопротивлений распределенных опор соответственно между рубашкой вала и сопряженной опорой, между рубашкой вала и камерой (осью); B_k и B - длины распределенных опор; a_i ($i=1,2,\dots,5$) - расстояния между опорами.

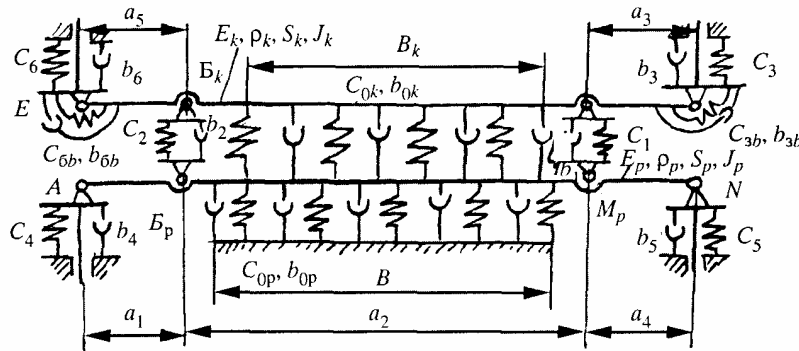


Рисунок 2 – Обобщенная динамическая модель сложных валов

В расчетной модели балки разбиваются на участки с постоянными значениями массово-жесткостных характеристик. Для каждого участка составляются дифференциальные уравнения в частных производных с граничными условиями по концам, решаемые методом гармонических коэффициентов. Собственные частоты колебаний вала находят из главного определителя системы из шестнадцати взаимосвязанных уравнений.

Учитывая, что для практических целей можно ограничиться определением только низших частот свободных колебаний, в данной работе рассматриваются методы определения собственных частот колебаний по упрощенным моделям сложных валов.

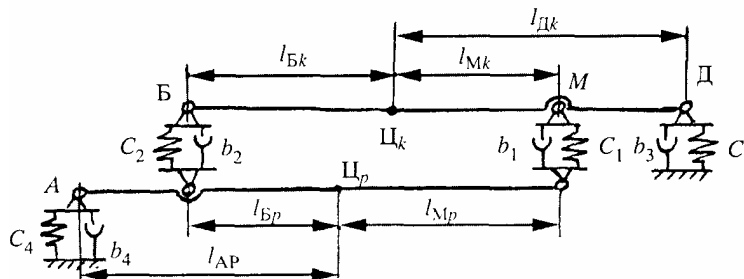


Рисунок 3 – Упрощенная динамическая модель отсасывающего вала:

l_i - геометрические размеры вала; $l_{iр,k}$ - размеры, определяющие положения центров масс камеры Ψ_k и рубашки Ψ_p относительно опор

Отсасывающий вал представляет собой перфорированную цилиндрическую оболочку (рубашку), вращающуюся в подшипниках качения, корпус одного из них опирается на станину, второй связан с корпусом отсасывающей камеры. Отсасывающая камера находится внутри рубашки. Расчетная модель отсасывающего вала (рис. 3) представляется в виде двух взаимосвязанных абсолютно жестких балок: вращающейся (рубашка вала) и невращающейся (отсасывающая камера). Упругая податливость балок приводится к опорам. Балки имеют упругодемпфирующие шарнирные сосредоточенные связи между собой и со стойкой, роль которых играют подшипниковые узлы.

При определении собственных частот колебаний вала коэффициентами неупругих сопротивления b_i можно пренебречь. Коэффициенты жесткости подшипника в радиальном направлении при статической нагрузке $F_{ст}$

$$C_i = 3,321_{\omega}^{0,5} (\cos\beta)^{1,75} (iz)^{0,75} F_{ст}^{0,25} . ,$$

где β - угол контакта; l_{ω} - длина ролика; i, z - число рядов и роликов в ряду подшипника.

Валы с регулируемым прогибом на гидropоддержке состоят из неподвижного сердечника, закрепленного на опорной конструкции, и рубашки, опирающейся по краям на сердечник через подшипник качения. Между сердечником и рубашкой посредством уплотнений образуется камера, заполняемая под давлением маслом, что обеспечивает объемную гидравлическую связь рубашки и сердечника. Эта связь обладает упругими свойствами, которые обуславливаются объемными деформациями жидкости непосредственно в камере вала и в подводящих каналах, и, преимущественно, деформациями торцевых и боковых уплотнений и других конструктивных элементов.

При относительных виброперемещениях сердечника и рубашки вала давление жидкости в камере изменяется пропорционально разности объемов "вытесняемых" при колебаниях относительно положения равновесия внутренней поверхностью рубашки и наружной поверхностью сердечника. Если рассматривать только первую форму колебаний, то для качественной оценки влияния гидropоддержки на собственные частоты колебаний вала изменение давления в жидкости можно принять пропорциональным разности перемещений рубашки и сердечника в середине пролета. В этом случае, приведя массы и жесткости к серединам пролета рубашки и сердечника, получим упрощенную динамическую модель вала (рис. 4).

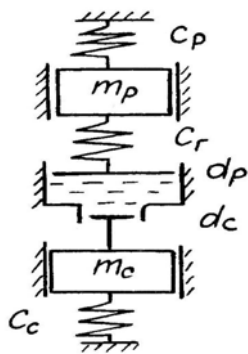


Рисунок 4 – Упрощенная динамическая модель вала с регулируемым прогибом на гидropоддержке: m_p, m_c – приведенные массы рубашки и сердечника; C_p, C_c, C_r – приведенные коэффициенты жесткости соответственно рубашки, сердечника и жидкости гидравлической поддержки.

Приведенные коэффициенты жесткости соответственно рубашки и сердечника определяются по формулам:

$$C_p = m_p \cdot \lambda_p^2 ; \quad C_c = m_c \cdot \lambda_c^2 ,$$

где λ_p, λ_c - парциальные собственные частоты колебаний рубашки и сердечника,

$$\lambda_p = \pi^2 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_p}{\rho \cdot A_p \cdot L_p^4}} , \quad \lambda_c = \pi^2 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_c}{\rho \cdot A_c \cdot L_c^4}} ;$$

где E – модуль упругости материала сердечника и рубашки вала;
 $I_p; I_c$ – моменты инерции рубашки и сердечника вала;
 ρ – плотность материала сердечника и рубашки вала;
 $A_p; A_c$ – площадь поперечного сечения рубашки и сердечника вала;
 $L_p; L_c$ – длины соответственно рубашки и сердечника вала.
 Приведенный коэффициент жесткости гидравлической поддержки

$$C_r = \frac{5 \cdot Q \cdot L_c^4 \cdot f \cdot E_{ж} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \left(b_y - \frac{b_y^2}{b_o} + \frac{3 \cdot b_y^3}{b_o^2}\right)}{R - \frac{r_c}{R} \cdot \left(r_c - 5 \cdot Q \cdot L_c^4 \cdot \left(1 - \frac{b_y}{b_o} + \frac{3 \cdot b_y^2}{b_o^2}\right)\right)},$$

где Q – нагрузка на сердечник вала от его собственного веса, от веса рубашки и линейного давления между валами;
 f – прогиб сердечника;
 $E_{ж}$ – модуль упругости жидкости, $E_{ж} = 1,8 \cdot 10^9$ Н/м;
 R – отношение радиусов рубашки вала и сердечника, $R = r_p / r_c$;
 b_y, b_o – параметры вала.

Определение динамических характеристик валов, в частности их собственных частот колебаний, производилось в системе Pro|ENGINEER путем параметрического моделирования. Передаточные функции определялись из временных зависимостей с помощью быстрого преобразования Фурье.

Решение приведенных моделей в системе Pro|ENGINEER позволяет избежать трудоемких вычислений громоздких математических моделей и обеспечить приемлемые результаты.

Библиографический список

1. Санников А.А. Вибрация и шум технологических машин и оборудования лесного комплекса/ А.А. Санников, В.Н. Старжинский, Н.В. Куцубина, Н.Н. Черемных, В.П. Сиваков, С.Н. Вихарев. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. – 484 с.

Лукаш В. Т., Гриневич С. А. (БГТУ, г. Минск, РБ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ДИСКОВЫХ ПИЛ С ПОПЕРЕМЕННО-КОСЫМ ПРОФИЛЕМ ЗУБЬЕВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ (ДСТП) EXAMINATION of TECHNOLOGICAL FIRMNESS of HARD DISK SAWS With ALTERNATELY-SLANTING the PROFILE of TEETHS AT PROCESSING of the LAMINATED WOOD PARTICLE BOARDS

Введение. Ламинированные ДСТП сегодня широко используются в мебельной промышленности для производства офисной и домашней мебели. Основным видом ме-

ханической обработки ламинированных ДСтП является раскрой дисковыми пилами на заданные размеры. Однако при кажущейся простоте выполнения данной операции деревообработчикам приходится решать ряд дополнительных вопросов. Например, выбор режущего инструмента, режимов пиления (рекомендаций по которым зачастую недостаточно), обеспечивающих высокое качество продукции без ущерба производительности труда. Важной задачей является исследование технологической стойкости режущего инструмента, которая напрямую связана с затратами на его подготовку и производительностью оборудования.

Основная часть. На сегодняшний день наибольшее применение при работе на круглопильных форматных станках находят дисковые твердосплавные пилы со следующими параметрами: диаметр пил 300–350 мм, толщина полотна 2,2 мм, ширина пропила 3,2 мм. В частности, хорошо зарекомендовал себя инструмент производства фирмы «Faba» (Польша), который и был принят для проведения экспериментальных исследований. Однако в целях снижения расхода материала и трудоемкости работ число зубьев режущего инструмента было уменьшено до 36 с сохранением остальных параметров.

Исходя из вышеизложенного, в качестве постоянных факторов для режущего инструмента при проведении экспериментов приняты:

- 1) дисковые твердосплавные пилы производства «Faba» (Польша);
- 2) диаметр пил 350 мм;
- 3) толщина полотна 2,2 мм;
- 4) ширина пропила 3,2 мм;
- 5) число зубьев 36;
- 6) передний угол $\gamma = 10^\circ$, задний угол $\alpha = 15^\circ$;
- 7) профиль зуба – попеременно-косой WZ (рис. 1).

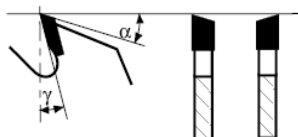


Рисунок 1 – Попеременно косой профиль зубьев

В качестве постоянных факторов для обрабатываемого материала приняты:

- 1) ламинированные трехслойные ДСтП производства «Kronospan» (Польша), соответствующие ГОСТ 10632-89 и ТУ РБ 00276475.435-99;
- 2) толщина 25 мм;
- 3) плотность 640 кг/м³.

В качестве переменных факторов приняты следующие технологические параметры:

- 1) подача на зуб U_z , мм;
- 2) скорость резания V , м/с;
- 3) выход пилы из пропила a , мм.

На основе анализа рекомендаций исследователей и производителей инструмента [1] определены диапазоны варьирования переменных факторов (табл. 1).

Таблица 1 – Диапазоны варьирования

Переменные факторы	Нижний уровень (-1)	Нулевой уровень (0)	Верхний уровень (+1)
$X_1 (U_z)$	0,02	0,04	0,06
$X_2 (V)$	60	70	80
$X_3 (a)$	10	25	40

Поскольку необходимо обеспечить чистовой раскрой ламинированных древесных материалов, то в качестве одного из выходных показателей целесообразно принять фактический путь резания до появления сколов величиной более 0,3 мм на поверхности ламината $Y(L, м)$. Данный дефект, согласно ГОСТ 9769-79, определяется как невыполнение требований к качеству распиловки и является критерием затупления пил.

Для получения уравнения регрессии, описывающего выходные характеристики процесса пиления, использован В-план второго порядка. Исследования проводились на экспериментальной установке, созданной на базе промышленного станка ФСА [1, 2].

Для различных режимов фиксировался фактический путь резания до появления сколов на поверхности ламината. По результатам статистической обработки результатов эксперимента получена модель технологической стойкости (пути резания до появления сколов), $Y(м)$:

$$Y(L) = 1581,34 + 34,63 \cdot X_1 + 50,07 \cdot X_2 + 468,94 \cdot X_3 - 274,55 \cdot X_1^2 + 86,04 \cdot X_2^2 - 367,71 \cdot X_3^2 - 8,15 \cdot X_1 \cdot X_2 + 4,475 \cdot X_1 \cdot X_3 + 127,025 \cdot X_2 \cdot X_3; \quad (1)$$

После исключения незначимых коэффициентов и уточнения оставшихся, модель была приведена к явному виду:

$$Y(L) = 3945,1 + 56680 \cdot U_z - 136,24 \cdot V + 53,59 \cdot a - 686875 \cdot U_z^2 + 0,86 \cdot V^2 - 1,63 \cdot a^2 + 0,85 \cdot V \cdot a; \quad (2)$$

Адекватность полученной математической модели подтверждена проверкой по F - критерию Фишера.

По полученной модели были построены графические зависимости на нижнем, нулевом и верхнем уровнях варьирования переменных факторов.

На рисунке 2 представлена зависимость фактического пути резания от подачи на зуб. Из графика следует, что с уменьшением подачи на резец от 0,04 до 0,02 мм путь резания уменьшается. Вероятно, это связано с ухудшением условий работы зуба пилы. Так, при подаче на резец $U_z = 0,02$ мм и величине выхода пилы из пропила $a = 10$ мм средняя толщина стружки

$$e = U \cdot \sin \theta = 0,02 \cdot \sin 28,2 = 0,009 \text{ мм}, \quad (3)$$

или 9 мкм, что сопоставимо с величиной радиуса округления режущей кромки зуба пилы. По мере затупления инструмента и роста радиуса округления режущих кромок не все зубья будут участвовать в резании. Так, если величина радиуса округления вершины большая, то обработанная поверхность может не восстанавливаться до уровня границы раздела режущей кромки вследствие образования остаточных деформаций. В результате часть зубьев подминает под себя материал, что, с одной стороны, приводит к повышенному износу зубьев по задней поверхности, а с другой – к уплотнению мягкого слоя, который будет срезан последующими зубьями. Срезаемый слой будет обла-

дать более высокими физико-механическими характеристиками, чем исходный материал заготовки, что также способствует повышенному износу зубьев пилы [3].

С ростом подачи на резец от 0,04 до 0,06 мм путь резания, соответствующий одному уровню качества, уменьшается. Это связано с ростом сил резания при увеличении толщины стружки. По мере затупления инструмента зуб пилы не дорезает материал, а скалывает его из-за больших усилий резания.

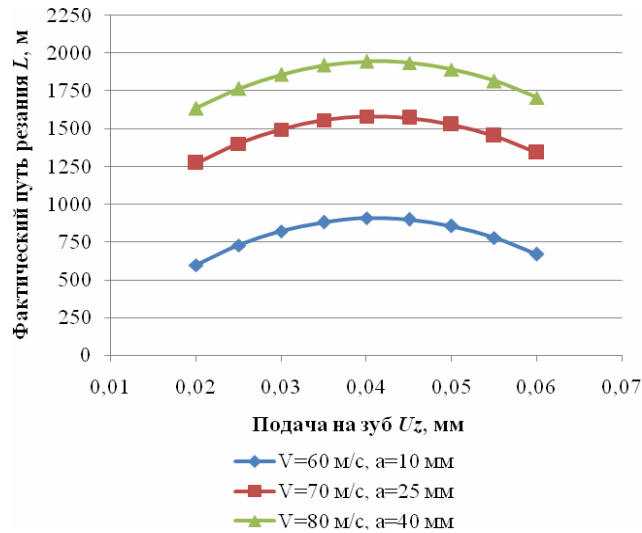


Рисунок 2 – Зависимости пути резания от подачи на зуб

На рисунке 3 представлена зависимость фактического пути резания от скорости резания. Скорость резания является противоречиво действующим фактором. Так, например, на нижнем уровне варьирования переменных факторов ($U_z = 0,02$ мм, $a = 10$ мм) увеличение скорости резания приводит к уменьшению пути резания. Возможно, данное явление связано с тем, что при малом выходе пилы из пропила вектор скорости резания направлен под небольшим углом к поверхности обрабатываемого материала, и поэтому зуб пилы не обеспечивает прижима ламината к основе, а способствует его продольному сдвигу. По мере затупления инструмента увеличение скорости ведет к появлению глубоких вырывов на поверхности.

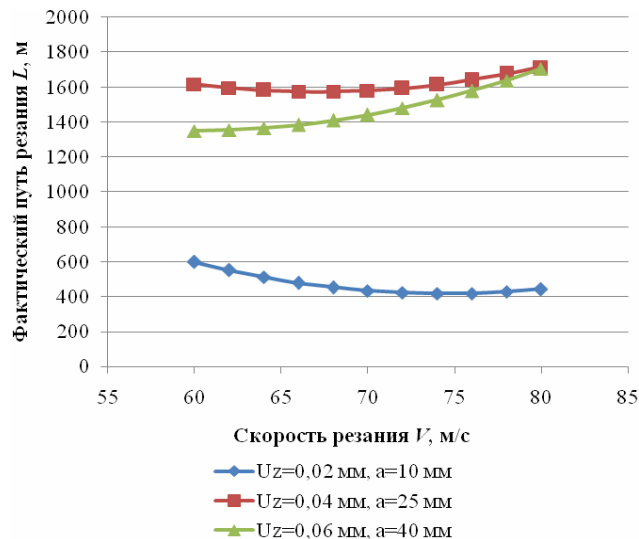


Рисунок 3 – Зависимости пути резания от скорости резания

На нулевом уровне варьирования скорость резания влияет слабо. Наиболее сильное влияние скорости резания наблюдается на верхнем уровне варьирования переменных факторов. Здесь наблюдается плавный рост пути резания с увеличением скорости. Положительное влияние скорости резания может быть связано с возникновением инерционного подпора [4].

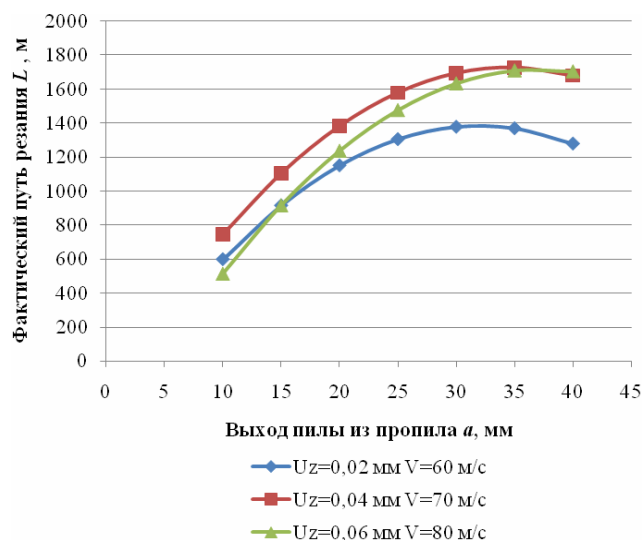


Рисунок 4 – Зависимости пути резания от величины выхода пилы из пропила

На рисунке 4 представлена зависимость технологической стойкости от величины выхода пилы из пропила. Все зависимости носят одинаковый характер и позволяют утверждать, что с ростом величины вылета пилы из пропила от 10 до ≈ 35 мм наблюдается рост пути резания по критерию качества. Увеличение пути может быть связано с увеличением вертикальной составляющей силы резания, которая прижимает ламинат к основе. При дальнейшем увеличении выхода пилы путь резания уменьшается. Возможно, это связано с увеличением ударной нагрузки при входе зуба пилы в обрабатываемый материал.

Заключение. Получены математические модели в виде уравнений второго порядка, описывающие влияние основных переменных факторов на путь резания до появления сколов на поверхности ламината.

В результате анализа полученных моделей установлено:

- с увеличением U_z от 0,02 до 0,04 мм путь резания увеличивается, а с дальнейшим ростом U_z от 0,04 до 0,06 мм – уменьшается;
- влияние скорости на путь резания неоднозначно: на нулевом и верхнем уровнях варьирования переменных факторов с увеличением скорости путь резания растет, а на нижнем – уменьшается;
- с ростом величины выхода пилы из пропила от 10 до 30–35 мм путь резания увеличивается, а затем уменьшается.

Библиографический список

1. Лукаш, В. Т. Влияние подачи на резец на технологическую стойкость режущего инструмента при пилении ламинированных ДСтП / В. Т. Лукаш, С. А. Гриневич // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 230–234.

2. Кравченко, А. С. Применение силоизмерительного телеметрического устройства для исследования процессов пиления древесных материалов / А. С. Кравченко, В. Т. Лукаш // Труды БГТУ. Сер. II., Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2006. – Вып. XIV. – С. 172–174.

3. Амалицкий, Вит. В. Пиление твердосплавными круглыми пилами и их заточка / Вит. В. Амалицкий // Деревообаб. пром-сть. – 2005. – № 5.

4. Любченко, В. И. Резание древесины и древесных материалов: учеб. пособие для вузов / В. И. Любченко. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 296 с.

Мальцев И.Ю., Шабалин Л.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ilush@mail.ru

**ПРИВОД ПИТАТЕЛЯ С УЛУЧШЕННЫМИ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ**
*DRIVE OF THE FEEDER WITH THE IMPROVED OPERATIONAL
INDICATORS*

По предложению Екатеринбургского завода “Лесные машины” в рамках курсового и дипломного проекта была проведена модернизация привода питателя раскряжевочной установки ЛО-15 с целью повышения его надежности. В работе [1] дана краткая оценка предложенного заводу привода, в котором отсутствуют одна жесткая компенсирующая муфта, открытая цепная нерегулируемая передача роликовой цепью и исключена одна рама под гидродвигатель.

Указанные предложения позволяют уменьшить металлоемкость привода на 320 кг и существенно повысить его надежность. Кроме того, в проекте решены конструктивно вопросы, решения которых на заводе-изготовителе позволит значительно сократить затраты на обслуживание и ремонт этого привода в процессе эксплуатации.

Это, прежде всего, касается конструкции тягового ролика (рисунок 1), состоящего из двух тяговых звездочек для разборных тяговых цепей с поперечными траверсами. Звездочки установлены на приводном валу, от которого они получают вращение через призматические шпонки. Для опоры траверс предусмотрены две крайних и один центральный барабаны, состоящие из цилиндрических обечаек и приваренных к ним дисков. Барабаны дисками опираются на цилиндрические заточки звездочек и скрепляются в осевом направлении восьмью шпильками.

Опыт эксплуатации привода питателя показал, что потребителю при односменной работе раскряжевочной линии приходится заменять из-за износа зубьев тяговые звездочки не меньше одного раза в год. При этом замена связана с разборкой полностью приводного вала (снятие опорных боковин, двух подшипников, двух тяговых звездочек, разделение барабанов) и требует применения грузоподъемных средств и привлечения не менее двух рабочих. В зависимости от подготовленности бригады время замены звездочек составляет от 2 до 8 часов.

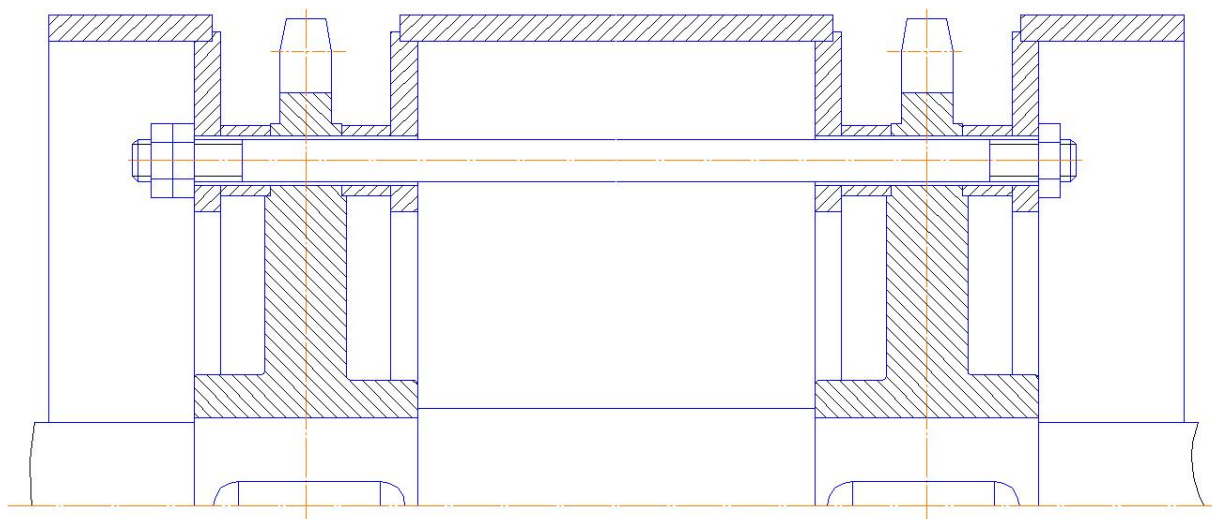


Рисунок 1 – Исходный вариант тягового ролика

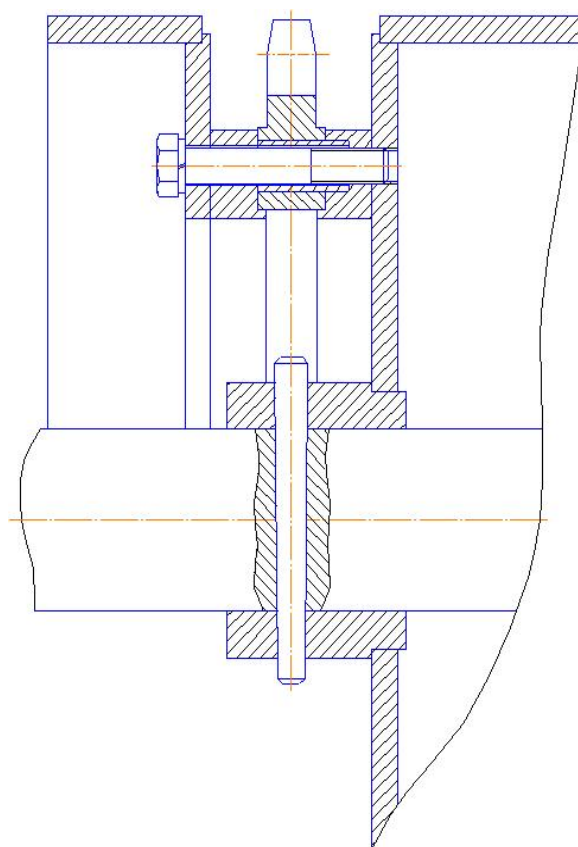


Рисунок 2 – Предлагаемый вариант тягового ролика

Нами предложена другая конструкция установки тяговых звездочек на приводной вал. А именно: центральный опорный барабан устанавливается дисками на две втулки-ступицы, которые получают вращение от вала через конические штифты, которые фиксируют ступицы как в окружном, так и в осевом направлениях. На дисках барабанов приварены опорные фланцы с цилиндрическими заточками, по которым базируются тяговые звездочки и боковые барабаны.

Тяговые звездочки выполнены разъемными и состоят из двух половин. Каждая половина звездочки крепится к фланцу центрального барабана тремя пустотелыми ци-

линдрическими разрезными (пружинными) штифтами, внутри которых проходят стягивающие тяговые звездочки, боковые и центральные барабаны болты.

Такое выполнение приводного вала питателя значительно упрощает его разборку-сборку при замене тяговых звездочек, не требует при этом грузоподъемных механизмов, и снизило массу на 40 кг.

Конструкция предлагаемого приводного вала одобрена заводом-изготовителем и может быть внедрена без увеличения трудоемкости изготовителя.

Новоселов В.Г., Абдулов А.Р. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
nauka-les@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ И НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ НОЖЕЙ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ *RESEARCH OF WEAR RESISTANCE OF KNIFES AT LONGITUDINAL PLANING OF WOOD*

Одним из основных показателей надежности технологической системы по ГОСТ 27.202-83 [1] является качество изготавливаемой продукции, определяемое точностью обработки и шероховатостью образуемых поверхностей.

Жесткие режимы эксплуатации приводят к высокой интенсивности изнашивания инструмента и затуплению лезвия.

Физические модели, описывающие потерю точности и увеличение шероховатости поверхности при обработке древесины по мере износа инструмента, приведены в работах [2, 3].

В работах [4, 5] методом численного эксперимента выполнены теоретические исследования влияния различных факторов на величину наработки до отказа по параметрам качества «точность» и «шероховатость поверхности». Установлено, что одним из наиболее значимых факторов является износостойкость режущего инструмента.

Для сравнительной оценки износостойкости ножей фрезерных головок из инструментальной стали и неперетачиваемых ножей из твердого сплава на базе предприятия ООО «НИК» в г. Сысерть были проведены исследования по определению изменения радиуса затупления режущей кромки. Исследования проводились на 4-х стороннем продольно – фрезерном станке Martin, со скоростью подачи $U=12$ м/мин, частота вращения ножевых головок $n = 6000 \text{ мин}^{-1}$. Обработывали пиломатериал с влажностью $W=12\%$, порода сосна, ширина $B=157$ мм; толщина $H=55$ мм; длина $L=3$ м. На верхней и боковых ножевых головках были установлены неперетачиваемые твердосплавные ножи фирмы Leuco, в количестве 4-х штук на каждой. На нижней ножевой головке были установлены стальные ножи марки 8Х6НФТ, в количестве 2-х штук.

К началу исследований ножи на фрезях имели приработку, лезвие было относительно затуплено. Станок настраивали на изготовление деталей номинальной толщиной 48 мм, шириной 150 мм и во время исследований не поднастраивался.

В данном эксперименте для определения величины радиуса закругления режущей кромки выбран метод слепков. Достоинством этого метода является возможность получения информации о затуплении лезвий без снятия и последующего повторного перебазирования, что гарантирует при дальнейшем проведении работ соответствие слоев древесины «своим» участкам лезвия. Метод слепков (рис. 1) заключается в том, что свинцовую пластинку надвигают на лезвие в строго перпендикулярной плоскости.

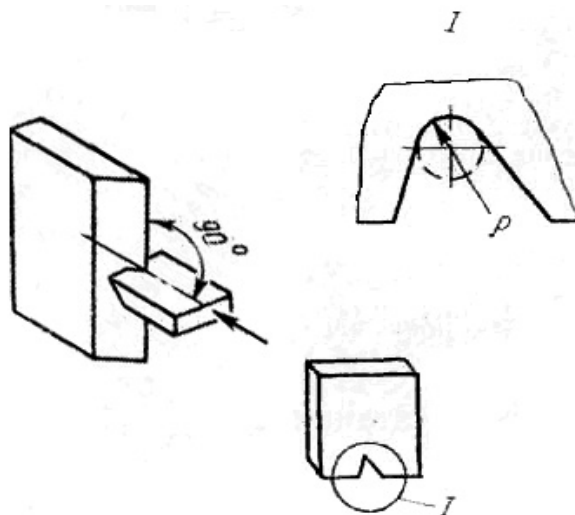


Рисунок 1 – Схема к методу слепков

Полученный отпечаток рассматривают в микроскоп. Для получения качественного отпечатка приспособление для измерения базировалась по упорным линейкам. Полученный в свинцовой пластине слепок рассматривался под металлографическим микроскопом ПОЛАМ Р-312 (рис. 2).



Рисунок 2 – Металлографический микроскоп ПОЛАМ Р-312

Полученные свинцовые слепки укладывались в специальные пластиковые футляры с ватным наполнителем, с целью предотвращения замятия слепков. Далее эти слепки рассматривались под металлографическим микроскопом с последующим фотографированием. Затем полученные снимки обрабатывались на компьютере при помощи

программ: Adobe Photoshop, Vextractor и AutoCAD. Пример снимка под микроскопом приведен на рисунке 3.

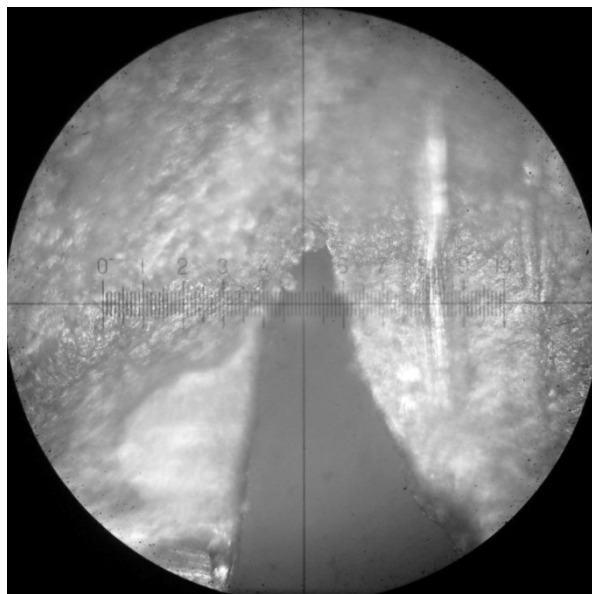
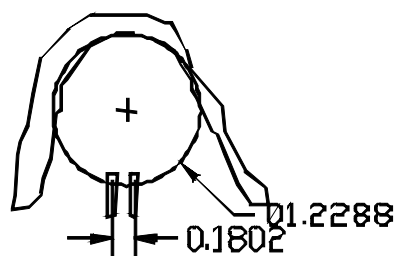


Рисунок 3 – снимок слепка под микроскопом

Обработка производилась следующим способом. На полученных снимках четко определялась граница лезвия, затем полученная картина распознавалась при помощи Vextractor. Полученная картина приобретала векторный вид. Далее при помощи AutoCAD производилась операция вписывания окружности в измеряемую область, и производились соответствующие расчеты. Причем цена деления на линейке окуляра равнялась 5 мкм.



$$\begin{aligned}5 \text{ мкм} &= 0,18 \\1,22 / 0,18 &= 6,78 \\6,78 * 5 &= 33,9 \text{ мкм}\end{aligned}$$

Рисунок 4 – Векторный вид слепка с вписанной окружностью

Полученные данные заносились в сводную таблицу и строились графики в программе Excel. На рисунках 5- 8 представлены зависимости изменения радиуса режущей кромки от пройденного пути резания.

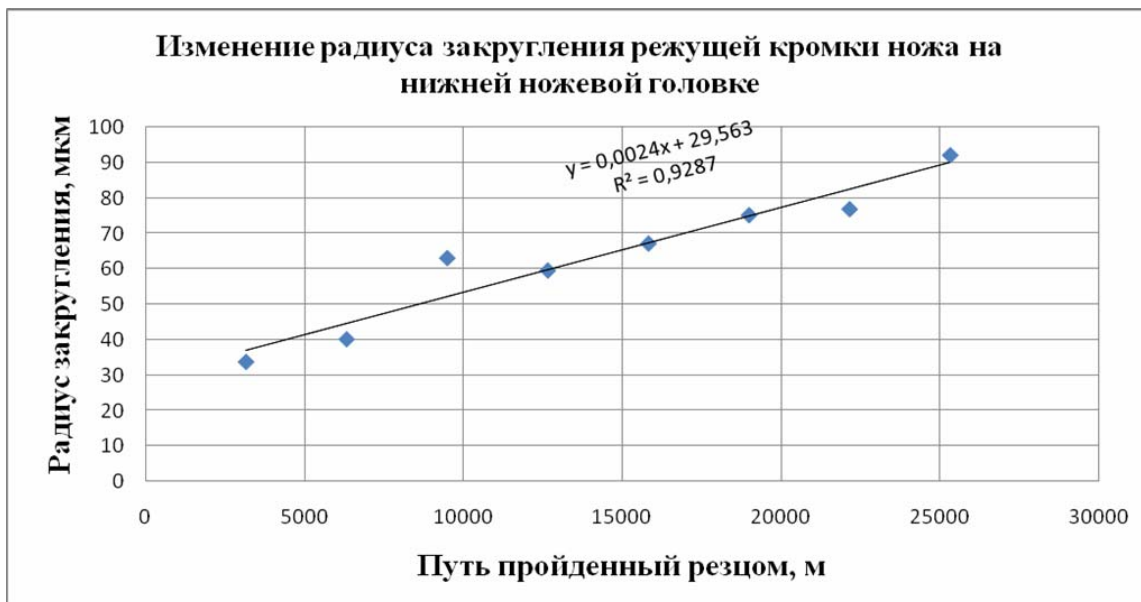


Рисунок 5 – Зависимость радиуса режущей кромки от пройденного пути резания на нижней ножевой головке

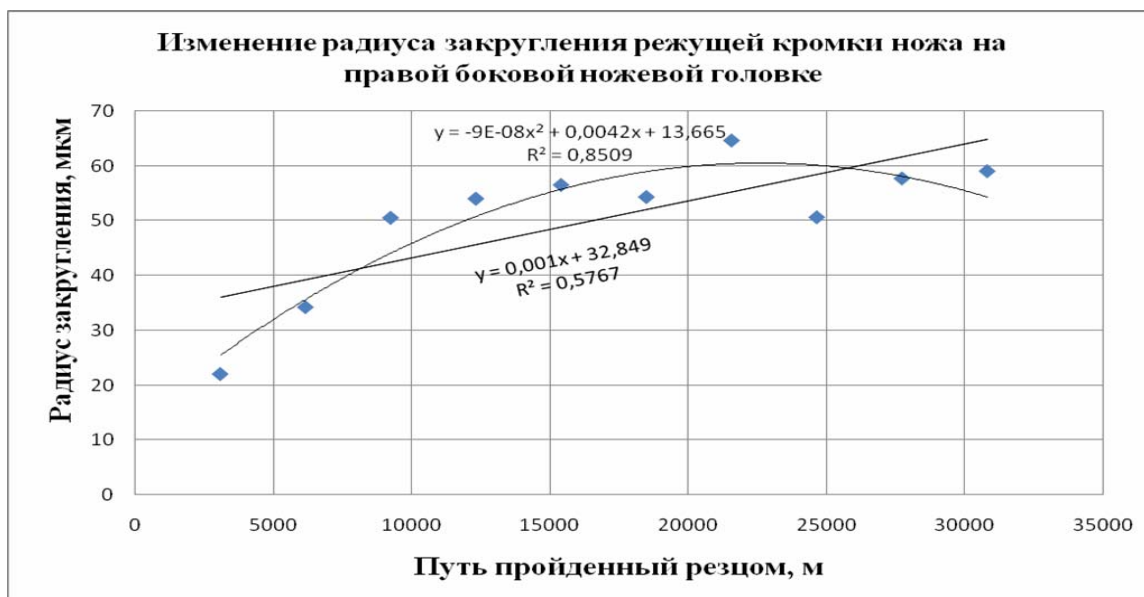


Рисунок 6 – Зависимость радиуса режущей кромки от пройденного пути резания на правой боковой ножевой головке

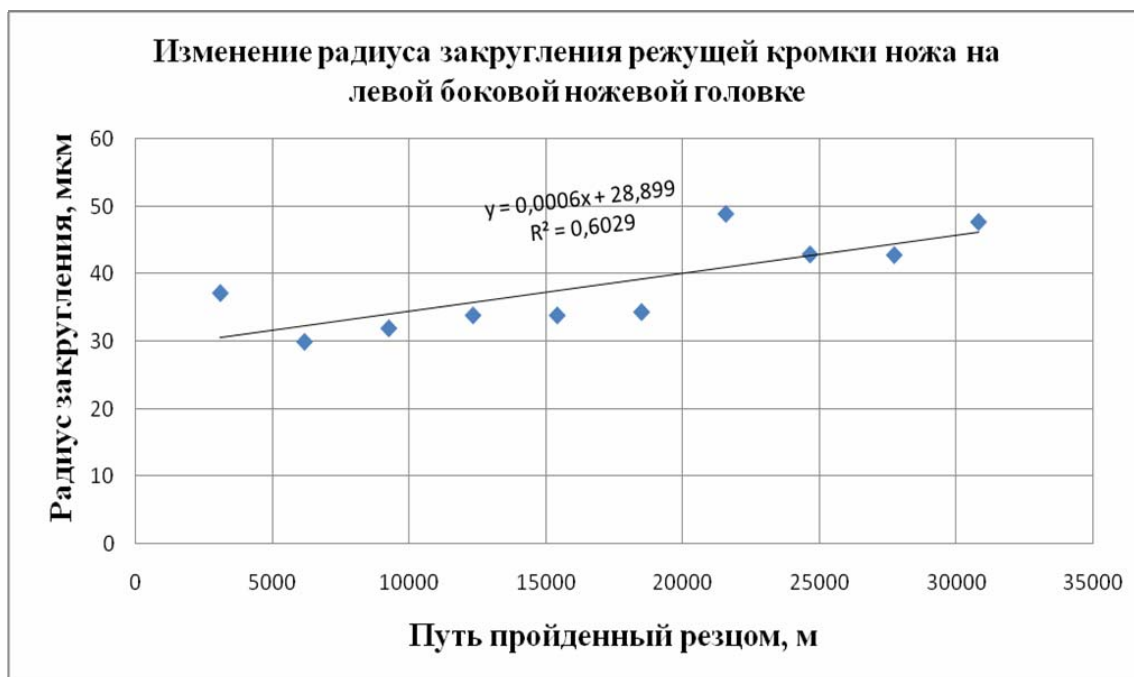


Рисунок 7 – Зависимость радиуса режущей кромки от пройденного пути резания на левой боковой ножевой головке

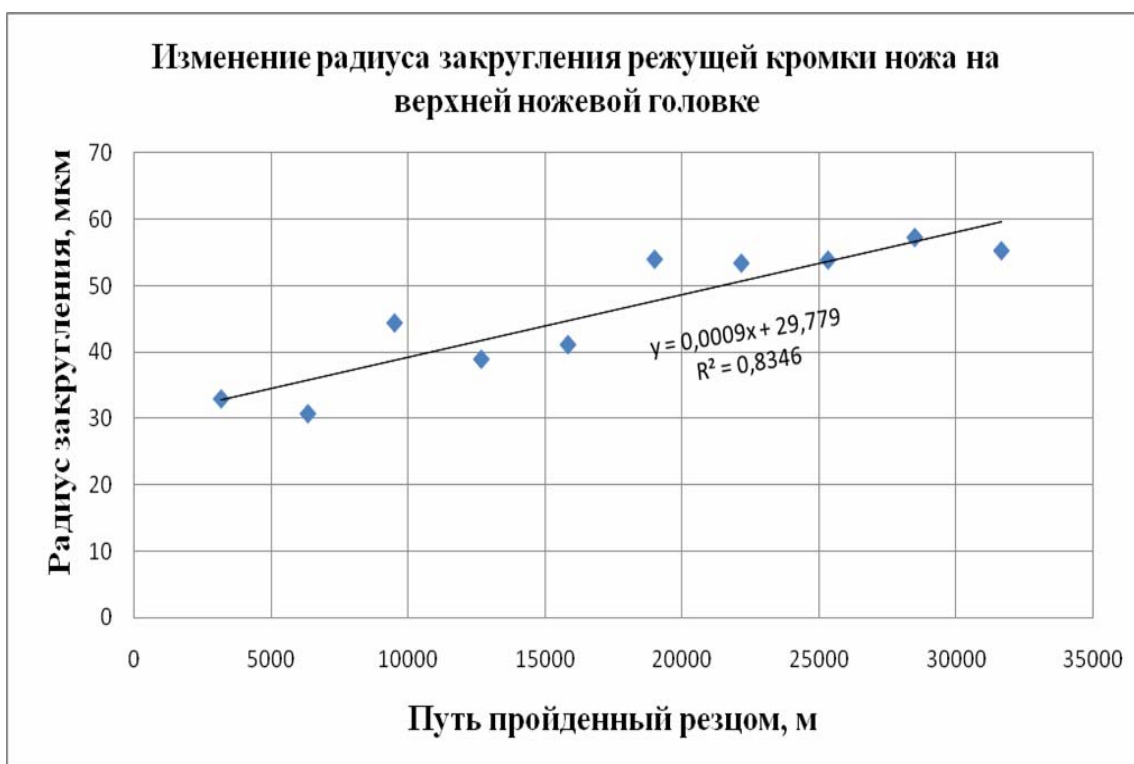


Рисунок 8 – Зависимость радиуса режущей кромки от пройденного пути резания на верхней ножевой головке

Анализ представленных графических зависимостей показывает, что изменение радиуса закругления режущей кромки происходит не одинаково. Ножи, выполненные из твердосплавных материалов, затупляются медленней, чем ножи марки 8Х6НФТ. Причем на графике (рис. 6) четко прослеживается 1 и 2 стадии износа, приработка и монотонный износ. Опытным путем было установлено, что резцы, установленные на

нижней ножевой головке, были сменены после прохождении пути резания 25309,44 м. Не перетачиваемые ножи сохраняли работоспособное состояние в течение всей рабочей смены, при этом путь резания составил у резцов на правой и левой боковых головках 30816 м, а на верхней ножевой головке 31636,8 м. Интенсивность изнашивания твердосплавных ножей составила 0,0006...0,001 мкм/м, стальных - 0,0024 мкм/м. Соответственно износостойкость твердосплавных ножей составила 1000...1667 м/мкм, стальных – 417 м/мкм.

Библиографический список

1. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. [Текст]. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.
2. Новоселов В.Г. Физический метод расчета надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст] / В.Г.Новоселов, И.Т.Глебов // Надежность и качество: материалы международного симпозиума, Пенза, 25-31 мая 2006 г./ Пензенский гос.техн.ун-т. – Пенза, 2006. - С. 276-278.
3. Новоселов В.Г. Расчет безотказности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции "шероховатость поверхности" [Текст] /В.Г.Новоселов// Изв. Санкт-Петербургской лесотехн. акад. СПб, 2006.- Вып. 3.- С. 178-184.
4. Новосёлов В.Г. Теоретическое исследование надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст]/ В.Г.Новосёлов, Т.В.Полякова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 20-21 сентября 2006 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2006. С.108-114.
5. Новоселов В.Г. Теоретическое исследование надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции "шероховатость поверхности" [Текст]/ В.Г.Новосёлов, И.Т.Рогожникова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 20-21 сентября 2006 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2006. С.117-122.

Пашков В.К., Захаров А.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

РАСЧЕТ СИЛ РЕЗАНИЯ ФРЕЗЕРНО-ОБРЕЗНЫХ СТАНКОВ *THE CUTTING FORCE CALCULATION OF CHIPPER-EDGER*

На участках формирования сечений пиломатериалов широко используются линии агрегатной переработки лесоматериалов. В составе этих линий применяют фрезерно-брусующие станки ФБ-3, ФБС-750, фрезерно-обрезные станки Ц2Д-1Ф, Ц3Д-7Ф, Ц2Д-5АФ. В качестве режущего инструмента в станках используются торцово-конические фрезы – режимы резания названных станков с торцово-коническими мало-

ножевыми коническими фрезами рассмотрены в работе [1] и отдельно в [2] для станков модели ФБС-750 и в [3] станков модели Ц2Д-1Ф.

Если расчеты связанные с оценкой сил резания при пилении прорезными пилами торцово-конических фрез по зависимостям [4] являются общепринятыми, то в выражениях для сил резания или фрезеровании щепы следует остановиться. Структура этих выражений различна, хотя они получены для процесса одного технологического назначения. Например, зависимости для расчета средней касательной силы резания \check{F}_x на дуге фрезерования и осевой силы резания \check{F}_{oc} в работах [1, 2, 3]. Расчетные значения касательных составляющих сил резания определенных по разным методикам существенно отличаются по величине.

Они отличаются и от экспериментальных результатов исследования сил резания в станке Ц2Д-1Ф в работах [5, 6, 7]. В этих работах установлены ряд важных зависимостей. Силы резания \check{F}_x , \check{F}_{oc} пропорциональны ширине фрезерования $b_{фр}$ и толщине доски h . Подтверждены заключения работы [1] о незначительности нормальной силы $\check{F}_z = 0$.

Для принятых условий исследований выполненных в работе [5] определена удельная сила резания $\check{F}_{уд.фр.}$ на дуге контакта ножа в древесине.

Удельная сила резания $\check{F}_{уд.фр.} = 0,72 \text{ Н/мм}^2$, а касательная сила резания на дуге фрезерования на резец определится по формуле

$$\check{F}_{xz\phi z.} = \check{F}_{уд.фр.} \cdot b_{фр} \cdot h \quad (1)$$

Для других режимов резания и параметров обработки необходимо ввести поправочных коэффициенты [3]:

p_i – коэффициент, учитывающий влияние длины щепы, принимается по табл. 1;

p_ϕ – коэффициент, учитывающий влияние угла встречи. Для углов $110^\circ - 130^\circ$ принимается равным 1;

p_w – коэффициент, учитывающий влияние влажности, принимается по табл. 2;

p_n – коэффициент, учитывающий влияние породы древесины, принимается для сосны и ели равным 1, для березы 1,1.

Таблица 1

Порода	Коэффициенты	Длина щепы $z_{щ}$, мм				
		5	10	15	20	25
Сосна	p_i	0,617	0,785	0,905	1,0	1,08
Береза	p_i	0,61	0,78	0,9	1,0	1,08
Ель	p_i	0,465	0,68	0,85	1,0	1,13

Таблица 2

Коэффициент	Влажность древесины, %				
	20	30	40	60	80
p_w	1,1	1,07	1,04	1,02	1,0

Тогда выражение (1) в общем случае примет вид

$$\check{F}_{xz\phi p.} = \check{F}_{yd.\phi p.} b_{\phi p} h a_{\text{поп}} \quad (2)$$

где $a_{\text{поп.}} = p_i p_\phi p_w p_n$

Касательная окружная (средняя) сила фрезерования определяется по формуле

$$\check{F}_{x\phi p.} = \check{F}_{xz\phi p.} \frac{z\phi_k}{360} \quad (3)$$

где ϕ_k – угол контакта ножа с древесиной; $\phi_k = 46^\circ$.

Осевая сила резания \check{F}_{oc} по данным [3] колеблется в широких пределах. Силы зависят от размеров обработки и с уменьшением h и $b_{\phi p}$ уменьшаются и осевые силы. Средние значения сил \check{F}_{oc} на дуге контакта для исследованных параметров обработки в диапазоне технической характеристики станка Ц2Д-1Ф приведены в таблице 3.

Зависимость средней осевой силы резания $\check{F}_{oc} = 0,5\check{F}_{\text{макс}}$ от параметров h и $b_{\phi p}$ установим по методике, принятой для определения касательной силы резания. Для этого для каждой группы толщин досок 26,7 мм; 29,5 мм и 39 мм определим удельную осевую силу резания на дуге контакта $\check{F}_{yd.oc.}$, Н/мм² по формуле

$$\check{F}_{yd.oc.} = \frac{\check{F}_{oc.sp.}}{h_{cp} b_{\phi p}} \quad (4)$$

Расчеты $\check{F}_{yd.oc.}$ выполняются отдельно по левой и правой фрезерным головкам, для обеих головок по каждой группе толщин досок. Затем определяем среднее значение удельной осевой силы резания $\check{F}_{yd.oc.}$ для всех групп толщин досок по формуле

$$\check{F}_{yd.oc.} = \frac{\sum F_{iyd.oc.}}{n} \quad (5)$$

где n – количество групп толщин досок, $n = 3$.

Все расчеты сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет осевых сил при фрезеровании

Толщина, h_{cp} , мм	Левая головка			Правая головка			Среднее двух го- ловок, $\check{F}_{yd.oc.}$
	$b_{\phi p.sp.}$, мм	$\check{F}_{oc.sp.}$, Н	$\check{F}_{yd.oc.}$, Н/мм ²	$b_{\phi p.sp.}$, мм	$\check{F}_{oc.sp.}$, Н	$\check{F}_{yd.oc.}$, Н/мм ²	
39,0	87,5	1075	0,315	92,5	945	0,276	0,299
29,5	85,5	795	0,315	86,0	800	0,315	0,315
26,7	80,0	617	0,288	73,0	557	0,288	0,288
Среднее значение удельной осевой силы $\check{F}_{yd.oc.} = 0,30$ Н/мм ²							

Расчеты показывают, что средняя удельная осевая сила резания на дуге контакта ножа с древесиной $\bar{F}_{уд.ос.} = 0,30 \text{ Н/мм}^2$, ее отклонения от среднего значения в зависимости от параметров обработки не превышают 5%. Это свидетельствует, что осевая сила резания $\bar{F}_{ос}$ изменяется пропорционально изменению h и $b_{фр}$. Таким образом, структура формулы для расчетов $\bar{F}_{ос.ср.}$ будет аналогичной формуле (3) определения касательной силы резания.

Средняя осевая сила резания $\bar{F}_{ос.ср.}$ на дуге контакта ножа с древесиной определится по формуле

$$\bar{F}_{ос.ср.} = \bar{F}_{уд.ос.} h b_{фр} a_{поп} \quad (6)$$

где $a_{поп.} = p_i p_\phi p_w p_n [3]$.

Осевая сила на обороте фрезы $\bar{F}_{ос}$ будет равна

$$\bar{F}_{ос.} = \bar{F}_{ос.ср.} \frac{z \varphi_k}{360} \quad (7)$$

где φ_k – угол контакта ножа с древесиной; $\varphi_k = 46^\circ$.

Библиографический список

1. Боровиков Е.М. Лесопиление на агрегатном оборудовании. [Текст]/ Е.М. Боровиков, Л.А. Фефилов, В.В. Шестаков. – М., Лесная промышленность, 1985. – 216 с.
2. Руководящие технические материалы. Режимы резания фрезерно-брусующего станка с малоножевыми фрезами. [Текст] / И.С. Дружин, Л.А. Фефилов. – Архангельск: изд. ЦНИИМОД, 1986. – 24 с.
3. Руководящие технические материалы. Режимы резания фрезерно-обрезных станков [Текст] / И.С. Дружин, Г.В. Кудряеми. – Архангельск: изд. ЦИИИМОД, 1986. – 99 с.
4. Руководящие технические материалы по определению режимов пиления древесины плоскими круглыми пилами. [Текст] / Ю.М. Стахийев, В.К. Пашков и др. – Архангельск, ЦНИИМОД, 1986. – 71 с.
5. Исследование и совершенствование фрезерно-обрезных станков. Отчет о НИР (промежуточный) / УЛТИ; Руководитель В.К. Пашков. 36/87; НТР 1870081239. Свердловск, 1989. – 153 с.
6. Пашков В.К., Виноградов В.Ф. Экспериментальные исследования сил резания во фрезерно-обрезном станке модели Ц2Д-1Ф // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА. СПб, 1991. – с 35 – 39.
7. Пашков В.К., Виноградов В.Ф. Тензометрирование сил резания во фрезерно-обрезных станках // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА. СПб, 1992. – с 41 – 44.

Раевская Л.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) raevskaya@usfeu.ru

АНАЛИТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ANALYTICAL CALCULATIONS OF THE DESIGN PARAMETERS

Конструктивные параметры при проектировании каких-либо механизмов можно подбирать из данных натурального эксперимента, или рассчитывать с учетом поставленной задачи. Например, в предыдущей работе по оптимизации параметров ребра жесткости поршня пневмомотора серии ДАР [1] были приведены результаты аналитического расчета размеров ребра жесткости без тела поршня (трапециевидальное сечение ребра жесткости видно на рис.1). Правильно подобранные размеры ребра жесткости могут привести к уменьшению нормальных максимальных напряжений на 20%. В связи с необходимостью уточнения изложенных в статье [1] результатов в данной работе проведен расчет параметров ребра жесткости методом неопределенных множителей Лагранжа с учетом стенок поршня. Цель этого исследования – уменьшение изгибных деформаций стенок поршня.

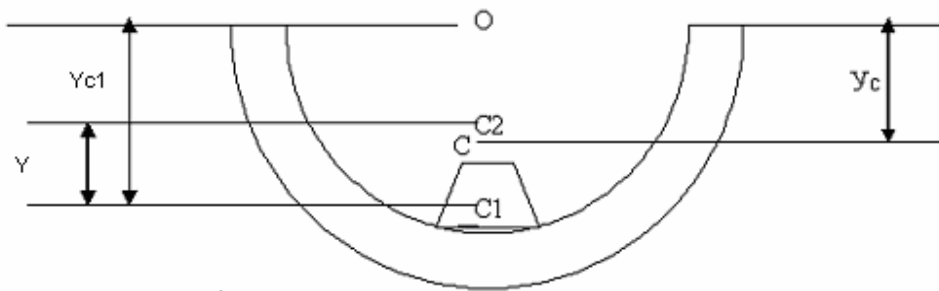


Рисунок 1 – Полное сечение поршня пневмомотора в средней его части

На рисунке 1 показано полное сечение поршня в той его части, где появляется наибольшая деформация изгиба в процессе эксплуатации; C_1 – центр тяжести трапеции, C_2 – центр тяжести полукольца, C – центр тяжести всего сечения, O – точка прохождения линии действия внешней силы P , Y – расстояние между центрами тяжести частей составного сечения; Y_{c1} , Y_c – расстояния между соответствующими точками. В работе пренебрегали сегментом между трапецией и стенкой поршня. Обозначим больший и меньший радиусы полукольца – R , R_1 , соответственно; верхнее основание трапеции – a , нижнее – b , высота трапеции – h , площади трапеции и полукольца S_1 , S_2 , соответственно. В этих обозначениях получаем

$$S_1 = (1/2)h(a + b); S_2 = (1/2)\pi (R^2 - R_1^2); Y_{c1} = (1/2)\sqrt{4R_1^2 - b^2} - (1/3)h(2a+b)/(a + b). \quad (1)$$

Расстояние между точками O и C получается равным

$$Y_c = (1/2)((1/2)(4R_1^2 - b^2)^{1/2} - (1/3)h(2a+b)/(a + b))h(a + b) + (2/3)(R^2 + RR_1 + R_1^2)(R^2 - R_1^2)/(R + R_1) / ((1/2)h(a + b) + (1/2)\pi (R^2 - R_1^2)). \quad (2)$$

Используя известные формулы для моментов инерции трапеции I_1 и полукольца I_2 относительно своих центров тяжести:

$$I_1 = (h^3/36)(a^2 + 4ab + b^2)/(a + b)$$

$$I_2 = 0.110R^4 - 0.110R_1^4 - 0.283R^2R_1^2(R - R_1)/(R + R_1), \text{ и}$$

с учетом соотношений (1) и (2) получим выражение для момента инерции полного сечения относительно общего центра тяжести

$$I = I_1 + S_1(Y_{c1} - Y_c)^2 + I_2 + S_2(Y - Y_{c1} + Y_c)^2; \quad (3)$$

Соотношение (3) войдет в формулу для нормального максимального напряжения при внецентренном растяжении – сжатии. В свою очередь это напряжение будет выбрано в качестве целевой функции в процедуре оптимизации с ограничениями, налагаемыми на размеры оснований в виде $a + b = k$ (значение параметра k выбирают в соответствии с конструктивными параметрами в существующем двигателе). Лагранжиан (Lagr) представляет собой целевую функцию и неопределенный множитель λ помноженный на уравнение связи между параметрами: $a + b - k = 0$.

$$\begin{aligned} \text{Lagr} = & P(1/((1/2)h(a + b) + (1/2)\pi(R^2 - \\ & R_1^2)) + Y^2/(h^3(a^2 + 4ab + b^2)/(36a + 36b) + (1/2)((1/2)(4R_1^2 - b^2)^{1/2} - (1/3)h(2a + b)/(a + b) - \\ & ((1/2)((1/2)(4R_1^2 - b^2)^{1/2} - (1/3)h(2a + b)/(a + b))h(a + b) + (2/3)(R^2 + RR_1 + R_1^2)(R^2 - \\ & R_1^2)/(R + R_1)) / ((1/2)h(a + b) + (1/2)\pi(R^2 - R_1^2)))^2 h(a + b) + 0.110R^4 - 0.110R_1^4 - \\ & 0.283R^2R_1^2(R - R_1)/(R + R_1) + (1/2)((1/2)((1/2)(4R_1^2 - b^2)^{1/2} - (1/3)h(2a + b)/(a + b))h(a + \\ & b) + (2/3)(R^2 + RR_1 + R_1^2)(R^2 - R_1^2)/(R + R_1)) / ((1/2)h(a + b) + (1/2)\pi(R^2 - R_1^2)) - \\ & (4/3)(R^2 + RR_1 + R_1^2) / (\pi(R + R_1)))^2 \pi(R^2 - R_1^2)) + \lambda(a + b - k), \end{aligned} \quad (4)$$

где P – сила действующая на сечение в точке O , смещенная относительно центра тяжести полного сечения на величину Y_c . Координата наиболее удаленной от нейтральной линии точки сечения будет равна, как и плечо силы $P - Y_c$.

В результате совместного решения трех уравнений: первых производных (приравненных к нулю) от Лагранжиана (4) по параметрам a, b, λ , получаем решения для оптимальных параметров – оснований ребра жесткости. Они оказались следующими $a = 9,8$ мм, $b = 14,2$ мм. Существующие в двигателе ДАР-14М, например, параметры равны $a = 8$ мм, $b = 16$ мм. Казалось бы разница расчетных параметров и существующих в настоящее время незначительна. Однако исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) методами комплекса МКЭ ANSYS продемонстрировали значительное уменьшение всех характеристик НДС, особенно нормального максимального напряжения в модели с расчетными параметрами (до 20%). Поскольку в настоящей работе найдены более точные значения, их можно рекомендовать в качестве наиболее рациональных параметров при проектировании.

Библиографический список

1. Раевская Л.Т. Оптимизация ребра жесткости поршня пневмомотора /Л.Т.Раевская/ Известия вузов. Горный журнал, №6, 2008.-С. 90 – 94.

ШАГИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ В КОМПЛЕКСЕ ANSYS

MATHEMATICAL MODEL'S STEPS AND OPTIMIZATION IN THE ANSYS COMPLEX

В предыдущей работе [1] с использованием метода неопределенных множителей Лагранжа был проведен расчет наиболее рациональных параметров сечения ребра жесткости (рис.1) поршня пневмомотора серии ДАР. Были получены параметры – длины оснований трапецеидального сечения ребра жесткости, равные $gb_1 = 20$ мм (верхнее основание трапеции), $gb_2 = 4$ мм (нижнее основание трапеции, соединенное с телом поршня).

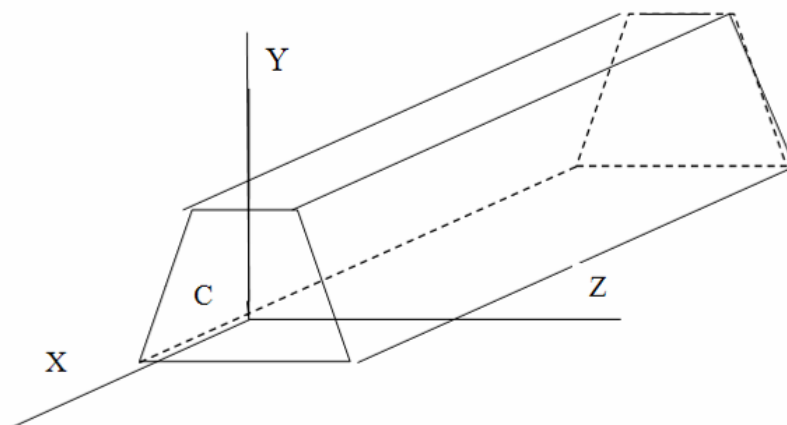


Рисунок 1 – Ребро жесткости (точка С – центр тяжести сечения)

Результаты аналитического расчета сравнивались с результатами компьютерного исследования по оптимизации параметров поршня пневмомотора. Оптимизация параметров проводилась двумя способами с использованием инженерного комплекса программ МКЭ ANSYS.

Первый способ - задание новых параметров модели поршня в программном файле ANSYS из некоторого набора исходных параметров, изменение геометрии сечения, связанное с использованием новых параметров при построении модели поршня. Для каждой новой модели проводился расчет напряженно-деформированного состояния и далее делался выбор тех параметров, которым соответствовали наименьшие значения нормальных напряжений в опасных точках поршня. Это метод довольно громоздкий, так как перебор параметров производился практически «вручную».

Второй способ – создание макроса для автоматического перебора параметров и оптимизации целевой функции. Этим методом получены результаты, описанные в настоящей работе. Остановимся подробнее на некоторых шагах операции оптимизации с помощью программ МКЭ ANSYS, которые не всегда достаточно четко описаны в соответствующей литературе. Полагаем, данный опыт пригодится аспирантам и студентам, работающим в области математического моделирования конструкций и процессов в них.

Прежде всего, строится модель конструкции (в нашем случае - поршня) с исходными в настоящем двигателе параметрами ребра жесткости ($r_{b1} = 8$ мм, $r_{b2} = 16$ мм). В программном файле, создаваемом в комплексе МКЭ ANSYS, задавались половины длин этих оснований, что необходимо при построении геометрической модели, которые были обозначены как $r_{bs1} = 4$ мм, $r_{bs2} = 8$ мм. После построения модели, задания свойств материалов, ограничений и создания матрицы жесткости был проведен статический расчет и найдены все характеристики напряженно-деформированного состояния поршня. В результате были обнаружены узлы, в которых оказались максимальные значения эквивалентных напряжений по Мизесу (к примеру, узел под номером 22010, в котором величина нормального максимального напряжения относительно оси X была равна $0,44 \cdot 10^7$ Н/м², после оптимизации эта величина уменьшилась на 20 с лишним процентов).

Напряжения по Мизесу (von Mises) – одна из теорий прочности (рассматривается та часть потенциальной энергии, которая отвечает за изменение формы). Эта теория дает точное решение для материалов с примерно одинаковыми свойствами при растяжении-сжатии (не хрупкими). Эквивалентные напряжения по Мизесу используются при оценке прочности конструкций, чтобы не связываться со всем тензором напряжений. В нашем исследовании целью было уменьшение изгибной деформации из-за внецентренного растяжения-сжатия.

Далее для целей создания подпрограммы оптимизации необходимо было задать дополнительно переменные, в качестве одной из которых и было выбрано эквивалентное напряжение в найденном узле: Define Add. Element table items → stress → von Mises. Здесь же необходимо не пропустить шаг, где задается пользовательское название выбранного элемента (user label for item). В нашем случае название было выбрано - seqv.

Оптимизация конструкции не должна приводить к увеличению массы деталей, поэтому в процессе расчета необходимо потребовать минимизацию массы, но удобнее потребовать определение объема и сохранение его величины или даже его минимизации при изменении конструктивных параметров. Для этой цели в файле List results надо выбрать Element solution → Geometry → Volume, тогда будет вычисляться объем. Откроется список элементов объема (Element volume listing). И далее в таблице элементов добавить элемент геометрии – элементарный объем: Element table → Add → Geometry → Elem vol VOLU → ОК.

Дальше надо задать следующую инструкцию: полный объем (vtot) должен вычисляться как сумма элементарных объемов (VOLU) и этот полный объем надо описать как скалярный параметр: File → Parameters → Get scalar Parameters → Results data → Element table sums → name of parameter to be defined-vtot, Element table item - VOLU. После этих шагов в списке файлов (List → Log file) появится строка *Get, vtot, ssum, ,item, volu. Этот полный объем и будет при оптимизации играть роль целевой функции, т.е. будет минимизироваться.

Перейдем к следующему параметру, который предполагаем, задать как параметр состояния – эквивалентное напряжение в узле (номер узла в нашей задаче после статического расчета был выбран 22010). Последнее означает, что в процедуре оптимизации этот скалярный параметр – максимальное значение напряжения должен уменьшаться. Наименьшему значению переменной состояния и будут соответствовать наиболее ра-

циональные переменные конструкции. Параметр состояния описывает изменение напряженно-деформированного состояния при переборе программой конструктивных параметров (в нашей задаче – величин оснований трапеции). Итак, следующая цепочка шагов: File → Parameters → *Get scalar par → Results data → Nodal results → Stress → von Mises → seqv; name of parameters to be defined – smax; node number - 22010. В программном файле (Log file) появится строка еще одна строка макроса - *Get, smax, node, 22010, s, eqv.

Далее надо создать файл, который будет назначен в качестве файла для анализа. Для этого существует последовательность- Design Opt → Analysis file → Create → File → Write DB log → далее надо создать какой-то файл и указать к нему путь. Назначить указанный файл как файл анализа надо следующим образом: Design Opt → Analysis file → Assign → Browse → название созданного файла анализа.

Наконец необходимо выполнить шаг, в котором объявляются переменными выбранные в предыдущих шагах, параметры. Такими переменными должны быть «переменные проекта» (Design Variable), «переменные состояния» (State Variable) и «целевая функция» (Objective). Назначить «переменные проекта» - это означает, что надо указать, какие конкретно параметры конструкции будут меняться в процессе оптимизации. В нашем случае это половины длин оснований трапеции, которые уже появлялись в программном файле при построении геометрической модели: rbs1, rbs2. «Переменной состояния» - является та характеристика, которая зависит от «переменных проекта». В нашей задаче – это максимальное значение напряжения (smax). Для переменных проекта и состояния надо задать интервалы изменения. «Целевая функция» - полный объем – VTOT.

После назначения переменных надо определить файл для записи данных оптимизации. Это в шаге Controls [OPDATA] и [OPLOOP]- определение контроля для чтения файла анализа. Здесь же задается чтение с первой строки (Read), и параметры для сохранения – скалярные параметры (PARMS). Активируется суммарный вывод на печать всех циклов [OPPRINT] и задается команда [OPKEEP]-сохранение базы данных и результата для наилучшего проекта в выбранном файле. Остается только выбор метода-команда METHOD/TOOL. В нашей задаче был выбран метод Sub-Problem и запускается команда начала процедуры оптимизации –PUN.

В нашем случае было сделано 30 итераций, и получен результат rbs1= 8,62 мм, rbs2=5,11 мм. После вычисления характеристик напряженно-деформированного состояния в модели поршня с новыми данными по сечению ребра жесткости получили уменьшение максимальных значений нормального напряжения более чем на 20%.

Выяснилось, что аналитические и некоторые компьютерные результаты не совпадают. Причиной различия являлся по нашему мнению выбор (в качестве начального приближения) сечения ребра жесткости в виде трапеции без учета стенок цилиндра в процессе аналитического расчета, что и отмечалось в работе [1]. В пневмомоторе типа ДАР ребро жесткости соединяется со стенкой поршня (рис.1) и необходимость учета всего сечения, а не только ребра жесткости в аналитическом исследовании прочностных характеристик, является следующей актуальной задачей.

Библиографический список

1. Раевская Л.Т. Оптимизация ребра жесткости поршня пневмомотора. Известия вузов «Горный журнал», №6, 2008. С.90-94. Екатеринбург.

**СИЛОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ОСЦИЛЛИРУЮЩИМ
КОНЦЕВЫМ ФРЕЗЕРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ**
*POWER DATES OF PROCESS OF MACHINING OF THE PLANE
WOOD-BASE MATERIALS BY MEANS OF THE VIBRATING END
MILLING INSTRUMENT*

Рассмотрим режущий элемент вращающейся с окружной скоростью V_o концевой фрезы, который совершает одновременно еще два независимых движения - движение подачи со скоростью U и возвратно-поступательное движение вдоль режущей кромки со скоростью V_{os} – скоростью осцилляции. На рисунке 1 показан резец в момент его движения вверх.

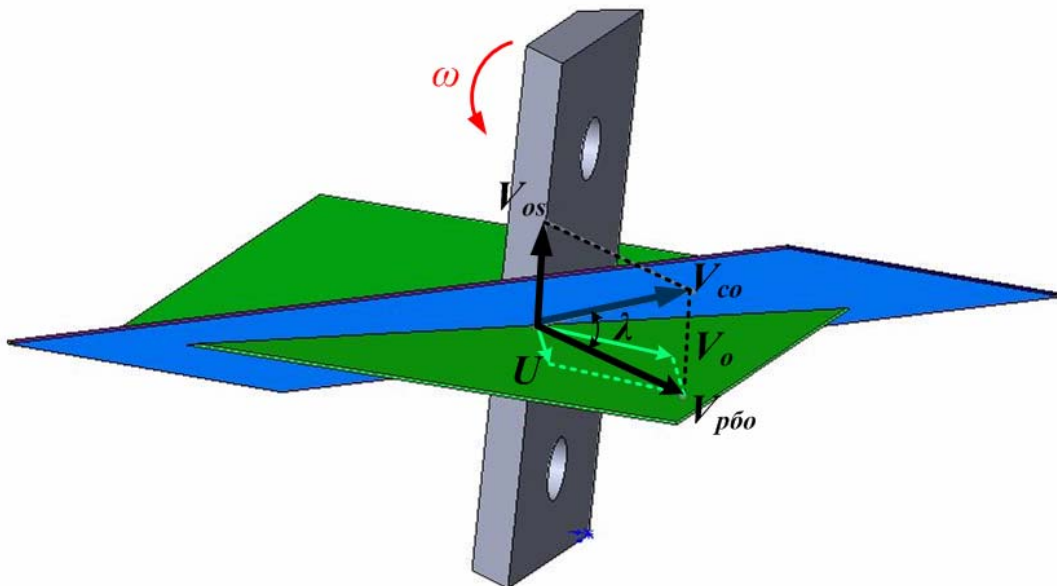


Рисунок 1 – Составляющие вектора результирующего движения осциллирующего резца концевой фрезы

Вектора скорости резания без осцилляции V_{rho_o} и скорости осцилляции V_{os} расположены в вертикальной плоскости под углом движения λ друг к другу.

Векторная сумма окружной скорости и скорости подачи определяет скорость резания V_{rho_o} при классической обработке без протягивания режущей кромки. При этом происходит трансформация угловых характеристик резца, замеренных в статической системе координат (без учета параметров главного движения и движения подачи) в горизонтальной плоскости на величину динамического угла μ , то есть в процессе движения концевой фрезы со скоростью V_{rho_o} появляются кинематические углы резца, отличные от замеренных в статике (α_n, γ_n): задний $\alpha_k = \alpha_n - \mu$, передний $\gamma_k = \gamma_n + \mu$, угол резания $\delta_k = \alpha_k + \beta_k$ [1].

Зададим концевой фрезе перемещения в вертикальной плоскости по гармоническому закону:

$$z = z_{os} \cdot \cos(\omega \cdot t), \quad (1)$$

где z – текущая координата точки лезвия осциллирующей концевой фрезы, мм;
 z_{os} – амплитуда осцилляции концевой фрезы, мм;
 ω – циклическая скорость, c^{-1} ;
 t – момент времени, с.

Из рисунка 1 видно, что

$$\cos \lambda_k = \frac{V_{p\delta o}}{V_{pco}} = \frac{V_{p\delta o}}{\sqrt{V_{np}^2 + V_{p\delta o}^2}} \quad (2)$$

Для горизонтальной плоскости по теореме синусов:

$$V_{p\delta o} = \frac{U \cdot \sin \varphi}{\sin \mu} \quad (3)$$

Величина динамического угла μ , соответствующая углу поворота концевой фрезы φ :

$$\mu = \operatorname{arctg} \left(\frac{U \cdot \sin \varphi}{V_{ок} + U \cdot \cos \varphi} \right) \quad (4)$$

Анализируя уравнение (4), устанавливаем, что углам поворота $\varphi=0$ и $\varphi=180^\circ$ соответствует наименьшее значение динамического угла $\mu_{\min}=0$, а максимальное значение динамический угол μ достигает при $\varphi = 90^\circ$:

$$\mu_{\max} = \operatorname{arctg} \left(\frac{U}{V_{ок}} \right).$$

Среднее за оборот концевой фрезы значение динамического угла:

$$\mu_{cp} = \left(\int_{\varphi=0}^{\varphi=\frac{\pi}{2}} \operatorname{arctg} \left(\frac{U \cdot \sin \varphi}{V_{ок} + U \cdot \cos \varphi} \right) \right) / \frac{\pi}{2} = \operatorname{arctg} \left(\frac{2 \cdot U}{\pi \cdot V_{ок}} \right). \quad (5)$$

Скорость осцилляции вдоль режущей кромки в момент времени t :

$$V_{os} = \frac{dz}{dt} = z_{os} \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t). \quad (6)$$

Анализируя уравнение, устанавливаем, что в момент времени $t=0$, $V_{os}=0$, а максимальное значение скорость осцилляции $V_{os}=z_{os} \cdot \omega$ приобретает в момент времени $t = T_{ц}/4$.

Средняя за время цикла $T_{ц}=2 \cdot \pi$ скорость осцилляции концевой фрезы:

$$V_{os} = \frac{4 \cdot z_{os} \cdot \omega}{T_{ц}} = \frac{z_{os} \cdot N}{15}, \quad (7)$$

где N – число двойных ходов концевой фрезы в минуту, дв. х/мин.

В общем виде:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{V_{os} \cdot \sin(\varphi - \mu)}{V_{ок} \cdot \sin \varphi};$$

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{z \cdot \omega_{os} \cdot \sin(\omega_{os} \cdot t) \cdot \sin(\varphi - \operatorname{arctg}(\frac{U \cdot \sin \varphi}{V_{ок} + U \cdot \cos \varphi}))}{V_{ок} \cdot \sin \varphi}, \quad (8)$$

где ω_{os} - циклическая частота осцилляции концевой фрезы.

Выражение для определения мгновенной величины динамического угла λ :

$$\lambda = \arctg \left[\frac{z \cdot \omega_{os} \cdot \sin(\omega_{os} \cdot t) \cdot \sin(\varphi - \arctg(\frac{U \cdot \sin \varphi}{V_{ок} + U \cdot \cos \varphi})}{V_{ок} \cdot \sin \varphi} \right]. \quad (9)$$

Или, через значения числа двойных ходов инструмента в минуту N (дв.х/мин) и частоты его вращения n (мин⁻¹):

$$\lambda = \arctg \left[\frac{\pi \cdot z \cdot N \cdot \sin(\frac{N}{n} \cdot \varphi) \cdot \sin(\varphi - \arctg(\frac{U \cdot \sin \varphi}{60 \cdot (V_{ок} + U \cdot \cos \varphi)})}{30 \cdot V_{ок} \cdot \sin \varphi} \right]. \quad (10)$$

Введем кинематическую систему координат, ориентированную относительно направления скорости резания без осцилляции (рис. 2).

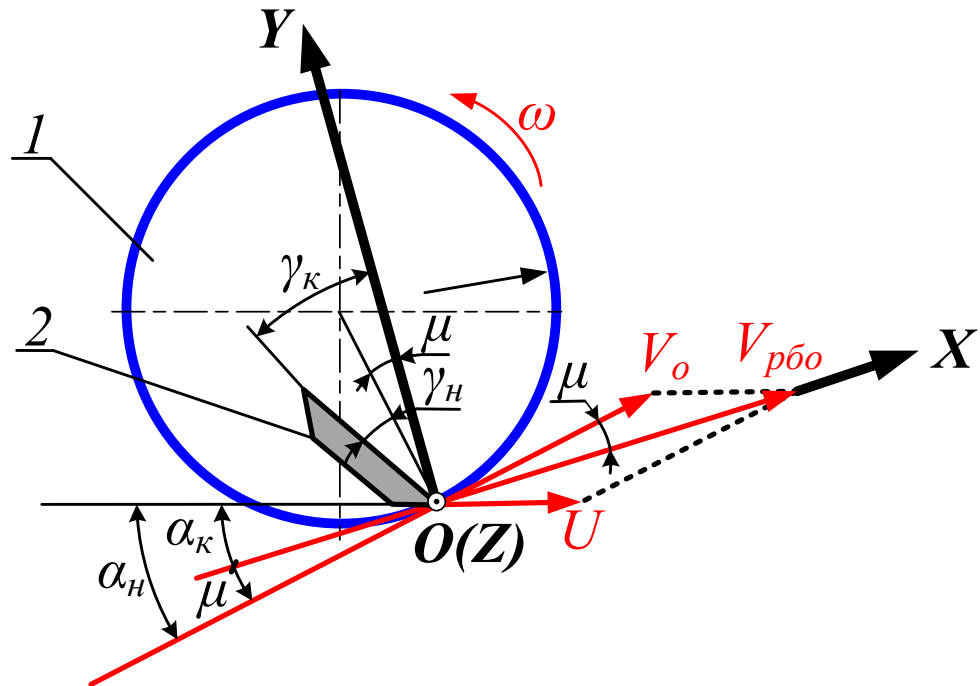


Рисунок 2 – Схема векторов скоростей вращающейся концевой фрезы

На рисунке 3 представлена схема сил, действующих на грани осциллирующего лезвия в процессе резания (проекция на горизонтальную плоскость проекций XY).

Согласно рис. 3, рассматривая силы трения по передней и задней граням лезвия в плоскости движения [2], записываем суммы проекций сил на оси координат.

$$\begin{aligned} \sum F_x = -F_K = F_{3x} - F_{тр.3x} - F_{тр.пх} - F_{пх} = F_3 \cdot \sin \alpha_K - F_3 \cdot \mu_{тр} \cdot \cos \alpha_\phi \cdot \cos \lambda - \\ - F_{п} \cdot \mu_{тр} \cdot \sin \gamma_\phi \cdot \cos \lambda - F_{п} \cdot \cos \gamma_K, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= F_{zy} + F_{тр.зу} + F_{тр.пу} - F_{пу} = F_3 \cdot \cos \alpha_k + F_3 \cdot \mu_{тр} \cdot \sin \alpha_\phi \cdot \cos \lambda + \\ &+ F_\Pi \cdot \mu_{тр} \cdot \sin \gamma_\phi \cdot \cos \lambda - F_\Pi \cdot \sin \gamma_k, \\ \Sigma F_z &= F_{тр.з} \cdot \sin \lambda + F_{тр.п} \cdot \sin \lambda = (F_3 \cdot \mu_{трз} + F_\Pi \cdot \mu_{трп}) \cdot \sin \lambda, \end{aligned} \quad (11)$$

где α_ϕ , γ_ϕ – значения соответственно заднего и переднего углов лезвия относительно кинематической системы координат.

На рисунке 4 представлена трансформация угла резания в процессе осцилляции резца.

Из рисунка 4 видно, что $\delta_\phi = \arctg(\operatorname{tg} \delta_k \cdot \cos \lambda)$.

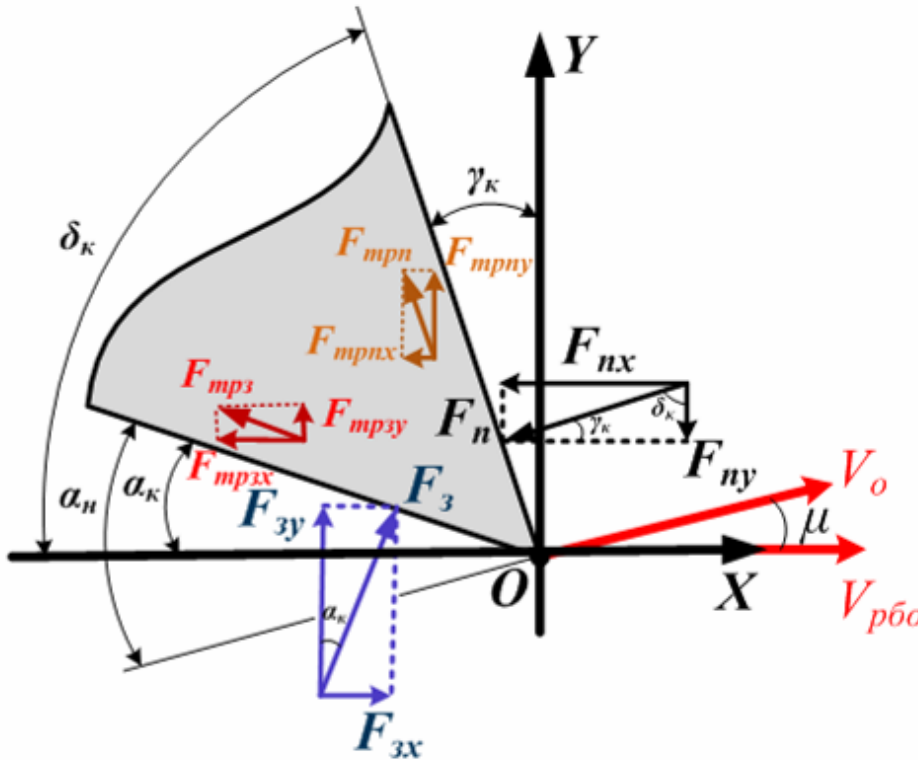


Рисунок 3 – Схема сил, действующих на грани осциллирующего лезвия в процессе резания

Аналогично, для заднего и переднего углов лезвия:

$$\alpha_\phi = \arctg(\operatorname{tg} \alpha_k \cdot \cos \lambda) = \arctg(\operatorname{tg}(\alpha_n - \mu) \cdot \cos \lambda),$$

$$\gamma_\phi = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg} \gamma_k}{\cos \lambda}\right) = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg}(\gamma_n + \mu)}{\cos \lambda}\right), \quad (12)$$

Из уравнений (11) видно, что наложение на классическую схему обработки концевым фрезерным инструментом дополнительного возвратно-поступательного движения вдоль лезвия обеспечивает сокращение касательной и радиальной составляющих усилия резания, что нашло экспериментальное подтверждение, при обработке ДСтП и фанеры.

Помимо выводов, сделанных по уравнениям (11), достоинства резания концевыми фрезами с осцилляцией подчеркивает рассмотрение процесса внедрения (проникновения) лезвия концевой фрезы в ДСтП.

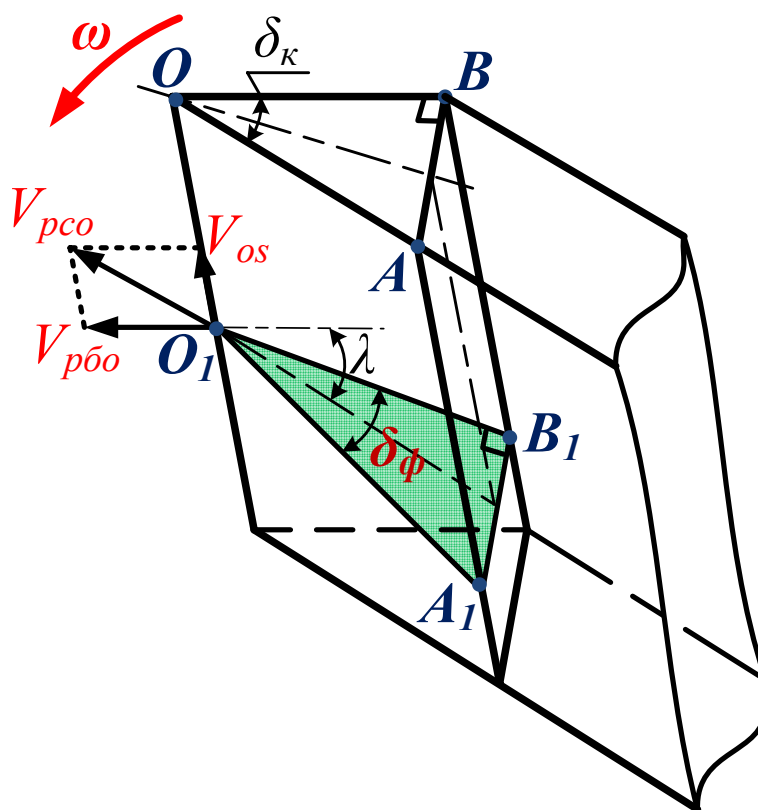


Рисунок 4 – Трансформация угла резания осциллирующего резца

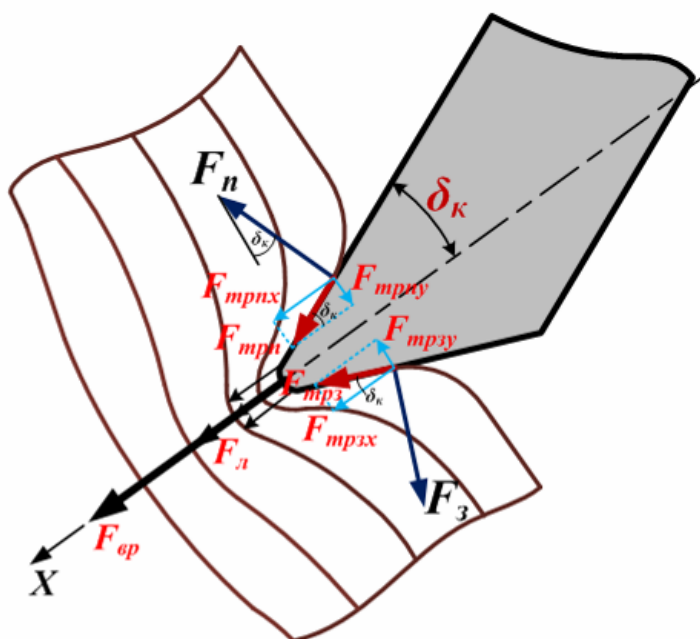


Рисунок 5 – Схема сил, действующих на лезвие концевой фрезы в процессе ее врезание в ДСтП

В связи с тем, что обработка концевыми фрезами характеризуется малыми скоростями резания, а так же предельностью остроты режущей кромки и структурной неоднородностью, пористостью ДСтП, в процессе резания волокна древесины (древесные частицы) не испытывают достаточного подпора, отгибаются, сминаются, далее начи-

нают контактировать с гранями лезвия, отгибаются и сминаются еще в большей степени. Перерезание волокон происходит после создания достаточного подпора.

На рисунке 5 представлена схема сил, действующих на лезвие концевой фрезы в процессе ее проникания в ДСтП.

Согласно рис. 5 усилие, необходимое для врезание в материал резца концевой фрезы при классической схеме обработки:

$$\begin{aligned} F_{вр} &= \sum F_x = F_{л} + F_{пх} + F_{зх} + F_{трпх} + F_{трзх} = \\ &= F_{л} + 2 \cdot F_{п} \cdot (\mu_{тр} \cdot \cos \delta_k + \sin \delta_k). \end{aligned} \quad (13)$$

На рисунке 6 представлена схема сил, действующих на обрабатываемый материал со стороны проникающего в него лезвия осциллирующей концевой фрезы.

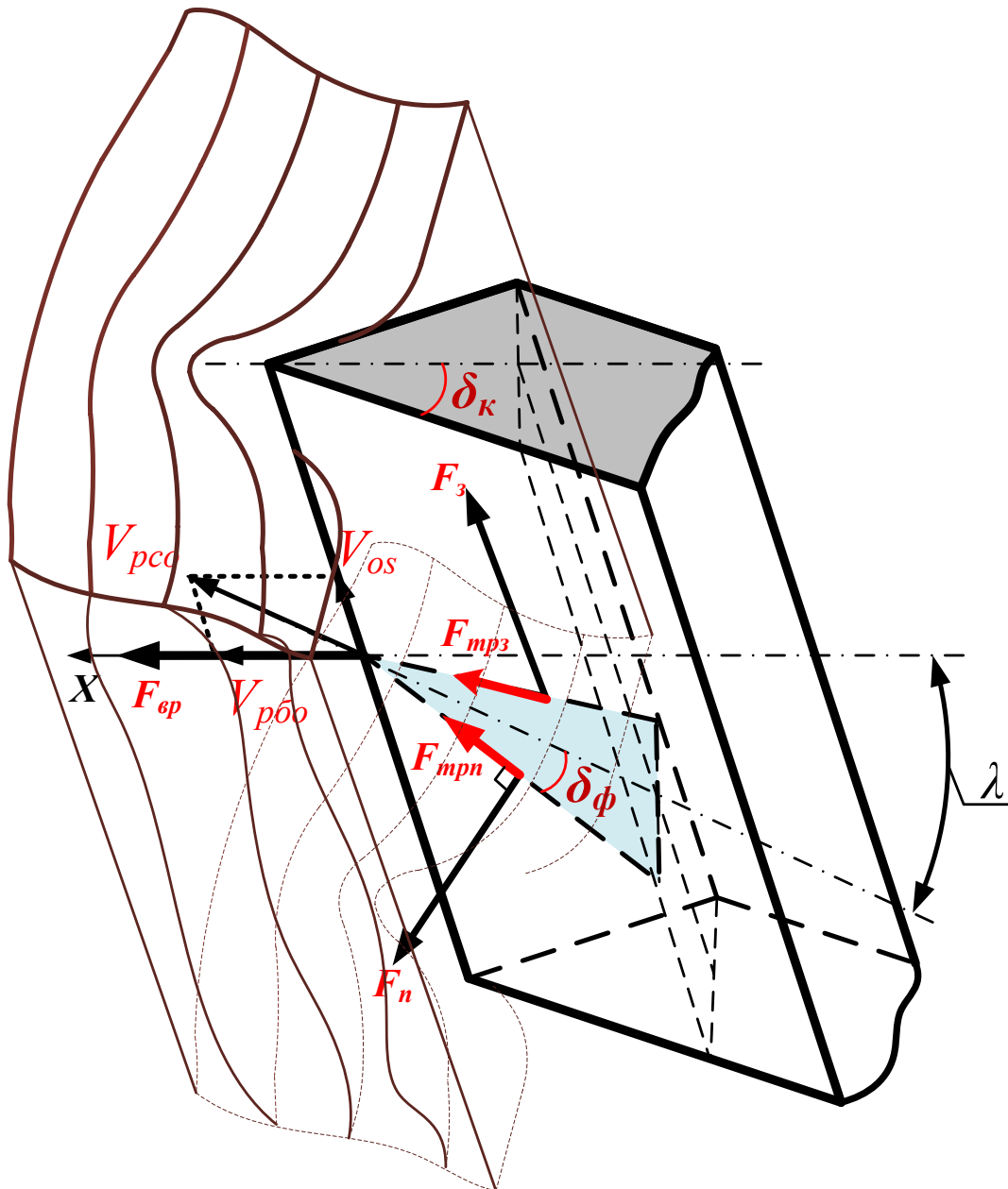


Рисунок 6 – Схема сил, действующих на обрабатываемый материал со стороны проникающего в него лезвия осциллирующей концевой фрезы

Согласно рис. 6 усилие, необходимое для врезание в материал резца осциллирующей концевой фрезы:

$$F_{вр} = F_{л} + 2 \cdot F_{п} \cdot (\mu_{тр} \cdot \cos \delta_{ф} \cdot \sin \lambda + \sin \delta_{к}). \quad (14)$$

Таким образом, можем сделать вывод о том, что горизонтальная составляющая усилия внедрения лезвия осциллирующей концевой фрезы в ДСтП уменьшается в связи с уменьшением горизонтальной составляющей силы трения поверхностей лезвия об обрабатываемый материал. При этом требуемое для разрушения волокон напряженное состояние достигается при меньших значениях внедрения лезвия в материал и силы резания.

Кроме вышеуказанного следует учитывать и наличие неровностей на режущей кромке, которые в процессе осциллирующих перемещений концевой фрезы обеспечивают эффект «подпиливания», что также сокращает усилие резания.

Согласно экспериментальным исследованиям, резание с осцилляцией концевой фрезерного инструмента сокращает энергозатраты на обработку ДСтП [5]. При этом повышается стойкость режущих элементов и полнота их использования.

Библиографический список

1. Ящерицын, П. И. Теория резания: учеб. / П. И. Ящерицын, Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Мн.: Новое знание, 2005. – 512 с.
2. Бершадский, А. Л. Резание древесины / А. Л. Бершадский, Н. И. Цветкова. – Минск: Выш. школа, 1975. – 304 с.
3. Рудак, П. В. Силовые показатели процесса обработки плитных древесных материалов концевым фрезерным инструментом / П. В. Рудак // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2009. – Вып. XVII.
















Сафонов А.О. (ВГЛТА, г. Воронеж, РФ) safonov-dekan@yandex.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ АДАПТИРУЕМЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ УСТАНОВКАМИ ДЛЯ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ENERGY SAVING ADAPTIVE SYSTEM IN MANAGEMENT OF PLANT EQUIPMENT FOR HEATING PROCESS OF WOOD MATERIALS

Создана энергосберегающая адаптируемая система многокритериального управления промышленными установками для тепловой обработки древесных и других дисперсных материалов, которая предусматривает контроль, регистрацию и управление всеми технологическими параметрами с помощью компьютера.

В качестве приборов контроля и регулирования в системе предусмотрен соответствующий комплекс средств автоматизации. Обозначение средств автоматизации в разработанной схеме и их наименование представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Обозначение и наименование средств автоматизации для адаптируемой энергосберегающей системы многокритериального управления

№	Средства автоматизации	Наименование	Обозначение на схеме
1	Датчик температуры атмосферного воздуха	ОВЕН ТРМ138, ТСМ50/100	
2	Датчик влажности воздуха в сушильном отделении	ОВЕН ТРМ138, ТСМ50/100	
3	Датчик температуры воздуха в сушильном отделении	ОВЕН ТРМ138, ТСМ50/100	
4	Поточный датчик влажности сыпучего материала, подаваемого в сушильный барабан	«Фауна-П» или M-Sens 2	
5	Ультразвуковой уровнемер для бесконтактного измерения и преобразования расхода сыпучих материалов	Prosonic	
6	Регулятор расхода воздуха для контроля и регулирования подачи воздуха на смешение с топочным газом	РГГ 12	
7	Регулятор расхода воздуха для контроля и регулирования подачи воздуха в топку	РГГ 12	
8	Регулятор расхода газа для контроля и регулирования подачи газа в топку	РГГ 12	
9	Поточный датчик влажности сыпучего материала, на выходе из сушильного барабана	«Фауна-П» или M-Sens 2	
10	Датчик температуры воздуха на выходе из сушильного барабана	ОВЕН ТРМ138 ТПП S	
11	Датчик температуры воздуха на входе в сушильный барабан	ОВЕН ТРМ138 ТПП S	
12	Исполнительный механизм, обеспечивающий подачу топлива	Клапан смешительный фланцевый с ЭИМ	
13	Исполнительный механизм, обеспечивающий подачу воздуха на смешивание с топочным газом	Клапан смешительный фланцевый с ЭИМ	
14	Исполнительный механизм, обеспечивающий подачу воздуха на горение	ГТ 31	
15	Исполнительный механизм, обеспечивающий подачу материала	РИМЗ	

На рисунке приведен пример схемы энергосберегающей адаптируемой системы многокритериального управления промышленными установками для тепловой обработки дисперсных материалов. Принцип ее функционирования осуществляется сле-

дующим образом. Датчиками 1, 2, 3, 4, 11 автоматически измеряется начальная влажность дисперсного материала, влажность и температура воздуха в сушильном отделении, температура атмосферного воздуха, температуру сушильного агента на входе в барабан. Эти показания дистанционно передаются и отражаются на цифровой панели, расположенной на щите управления. С помощью разработанной программы оптимизационной процедуры компьютер осуществляет выработку управляющих воздействий на исполнительные механизмы 12,13, 14, 15 через электромагнитные реле КМ1 и КМ2, КМ3 и КМ4, КМ5 и КМ6, КМ7 и КМ8, обеспечивающие изменение подачи топлива, воздуха на смешивание с топочным газом и горение, подачи материала соответственно, учитывая при этом действующие в данный момент возмущения: начальную влажность частиц, влажность и температуру воздуха в сушильном отделении, температуру атмосферного воздуха. Измерительные преобразователи 5, 6, 7, 8 определяют фактические значения управляющих воздействий, производят регулирование, обеспечивающее оптимальную работу системы. Все параметры текущего процесса отображаются на цифровых панелях, размещенных на щите управления. При необходимости, обусловленной изменением качества обрабатываемых дисперсных материалов и их состава, возможно, перенастраивать систему прямо со щита управления.

При аварийных ситуациях и при другой необходимости предусмотрено ручное регулирование работы всей запорно-регулирующей аппаратуры в случае аварийного выхода из строя исполнительных механизмов, объективного изменения условий работы. Пуск осуществляется посредством кнопок SB1, SB4, SB7, SB10; стоп - SB2, SB5, SB8, SB11; аварийный стоп - SB3, SB6, SB9, SB12. Аварийный стоп возможен в случае возникновения угрозы жизни работающих или обстоятельств непреодолимой силы, таких как наводнение, пожар, землетрясение, террористические акты и так далее. При отклонении фактических значений управляющих воздействий от оптимальных, ЭВМ выдает корректированные команды на соответствующие исполнительные механизмы с целью обеспечения совпадения фактических и оптимальных величин подачи топлива, сырых частиц, воздуха на горение топлива и смешение с топочным газом.

Информация с датчика влажности сыпучего материала 9, измеряющего конечную влажность дисперсных частиц и датчика 10, измеряющего температуру отработанного теплоносителя на выходе из сушильного барабана поступают в компьютер. При отклонении фактических значений от заданных вырабатываются управляющие воздействия на исполнительные механизмы 12, 13 14 и 15, обеспечивающие изменение подачи топлива, воздуха на смешивание с топочным газом и горение, подачи материала соответственно до тех пор, пока величины конечной влажности дисперсных частиц и температуры отработанного теплоносителя на выходе из сушильного барабана не достигнут необходимого значения.

В качестве рекомендаций производству целесообразно отметить следующее. Стоимость средств автоматизации созданной системы определяет поточный измеритель влажности дисперсных материалов. При этом принятие решения о типе и марке применяемых для этой цели датчиков должно основываться на специфике обрабатываемого материала, его свойствах, гранулометрическом составе и других характеристиках на основе разработанной в ходе выполненной автором научно-исследовательской работы по Гранту Президента Российской Федерации классификации технологий тепловой обработки дисперсных материалов. Выбор других средств автоматизации также определяется характеристиками дисперсных материалов и режимами их тепловой обработки.

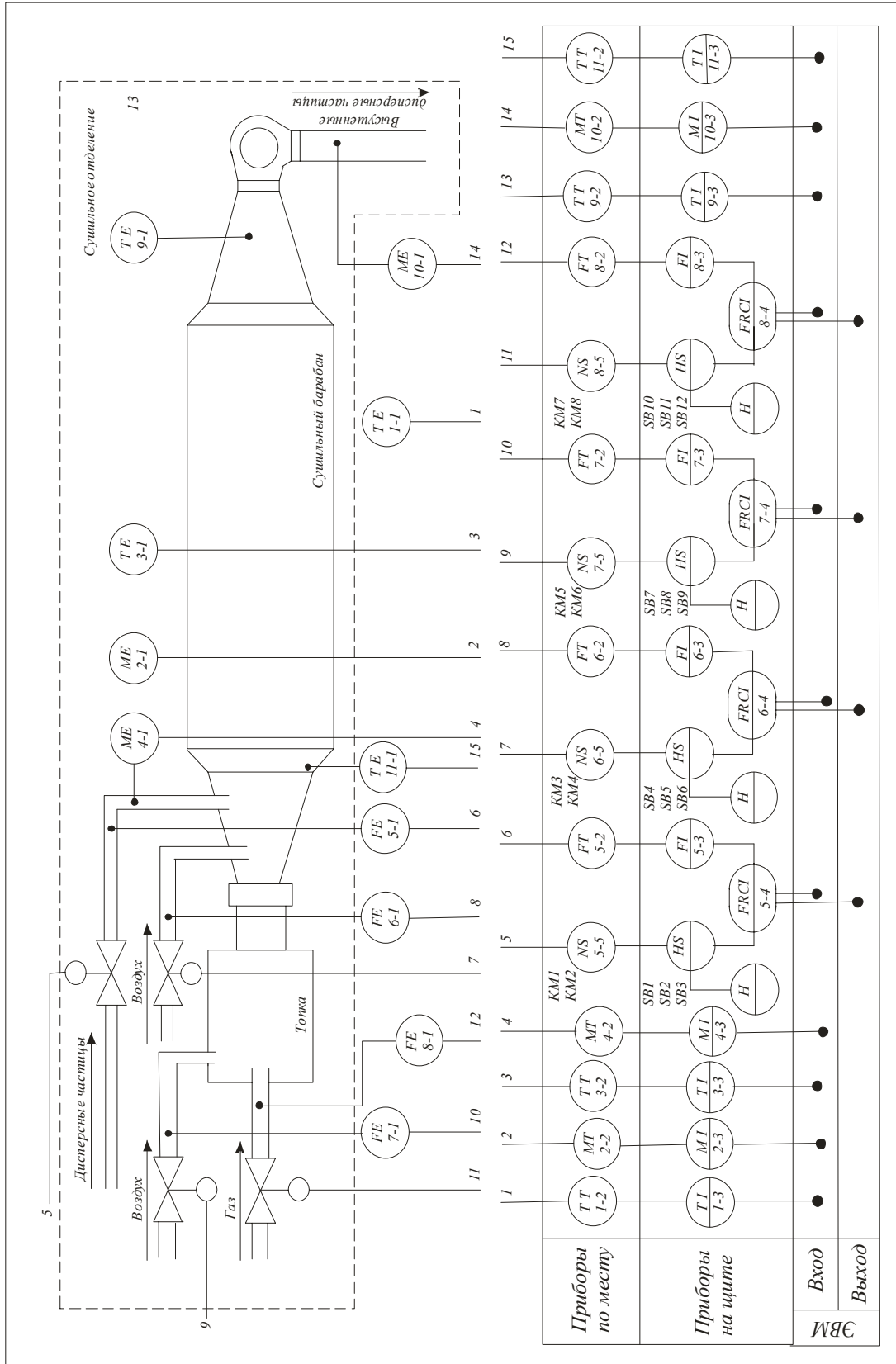


Рисунок – Схема энергосберегающей адаптируемой системы многокритериального управления промышленными установками для тепловой обработки дисперсных материалов

Разработанная энергосберегающая адаптируемая система многокритериального управления промышленными установками для тепловой обработки дисперсных материалов прошла апробацию в реальных производственных условиях и показала положительные результаты. Разработанная система дала возможность снизить расходы электроэнергии при проведении процессов сушки древесных частиц на 10 %, снизить удельные расходы топлива на 12,8 %, повысить производительность процесса на 10,2%. При этом повышается стабильность конечной влажности древесных частиц, что влечет за собой улучшение качества и физико-механических свойств производимых древесностружечных плит. Снижение температуры агента тепловой обработки на выходе из оборудования в результате управления процессом по оптимальным режимам уменьшает опасность возгорания высушенного материала, снижает риск возникновения аварийных ситуаций.

Сулинов В.И., Гороховский А.К., Щепочкин С.В.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ПРЯМОТОЧНЫХ АСПИРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК ПО УДАЛЕНИЮ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ *REENGINEERING OF CENTRALIZED UNIFLOW ASPIRATION INSTALLATIONS FOR WOOD WASTE DISPOSAL*

До 1990-х годов для улавливания пыли и стружки при аспирации деревообрабатывающих станков использовались главным образом централизованные прямооточные вентиляционные установки, в которых функции сепарации отходов выполняли исключительно циклоны. Одно из основных достоинств циклонных сепараторов состоит в том, что они позволяют в течение длительного времени (как минимум смены) собирать отходы от нескольких станков и передавать эти отходы в накопительный бункер.

К числу недостатков циклонных сепараторов относится не вполне эффективная очистка запыленного воздуха; безвозвратные потери теплоты за счет выброса теплого воздуха в атмосферу и т.п.

И все же главный недостаток циклонов состоит в том, что они не отвечают современным требованиям ПДК для древесной пыли на границе санитарно-защитной зоны [1].

Вероятно, поэтому вновь образующиеся деревообрабатывающие цеха в своей практике все в большей степени ориентируются на различного рода промышленные фильтры. Главное достоинство промышленных фильтров состоит в том, что они позволяют возвращать очищенный воздух в рабочее помещение и при этом выполняются все экологические нормативы для атмосферного воздуха.

Промышленные фильтры встречаются двух видов. Стационарные многорукавные, рассчитываемые на обслуживание группы станков, т.е. работающие по схеме централизованных установок, и так называемые автономные стружкоотсосы, обслуживающие от одного до 2...4-х одновременно функционирующих пылеприемников.

В виду простоты обслуживания и относительно не высокой стоимости в промышленности чаще используются автономные стружкоотсосы.

К числу недостатков автономных стружкоотсосов относятся быстрая наполняемость мешков для сбора отходов, а также то, что для их размещения внутри цеха требуется дополнительная площадь.

Технические показатели действующих прямоточных централизованных аспирационных установок можно улучшить в соответствии со следующей 2-х ступенчатой схемой очистки запыленного воздуха (см. рисунок).

Как видно из рисунка, внутренняя труба циклона 1 соединяется воздуховодом 2 с автономным стружкоотсосом 3, в котором происходит обеспыливание возвратившегося в цех воздуха до санитарных норм.

Таким образом, основная масса отходов (более 90 %) по-прежнему собирается в бункере 4, а наиболее мелкая фракция пыли задерживается матерчатым фильтром.

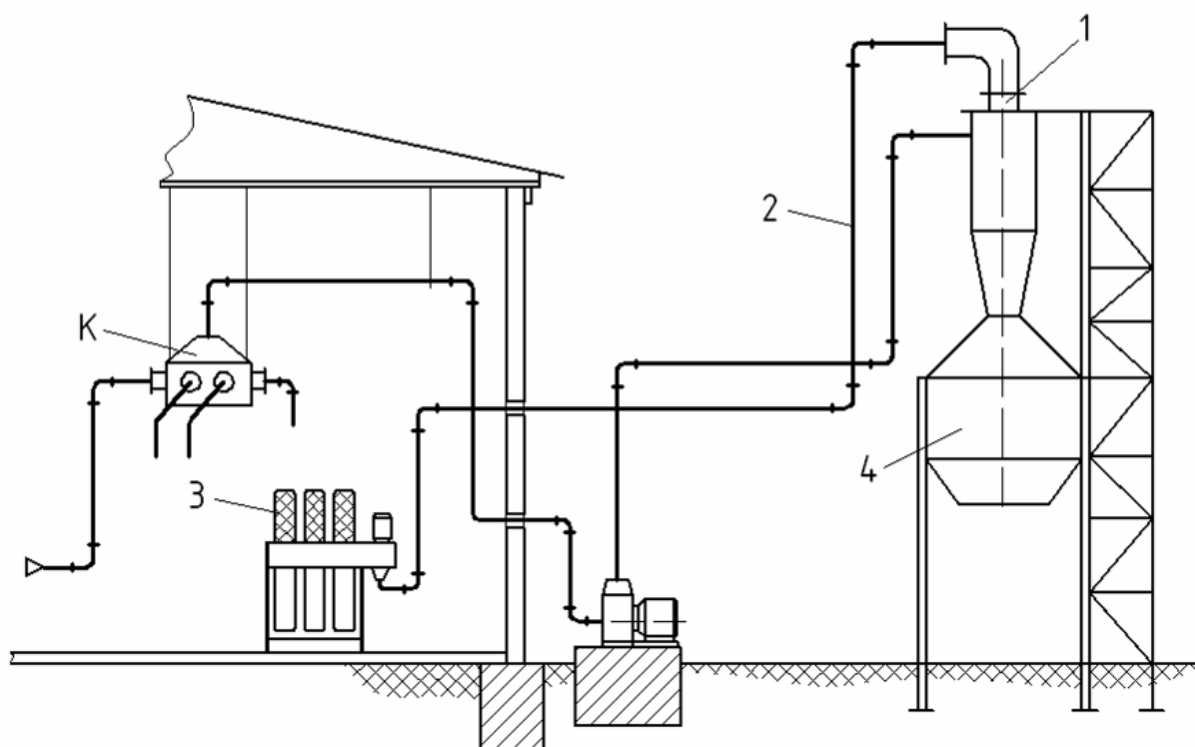


Рисунок – Схема модернизированной централизованной прямоточной установки

В итоге предполагаемой модернизации необходимо установить дополнительный воздуховод и соединить его с подобранным по расходной характеристике стружкоотсосом. Фильтрующую установку как готовое изделие можно приобрести, например, через ООО «КАМИ - СТАНКОАГРЕГАТ».

В своем составе фильтрующие установки имеют вентилятор, мешки-фильтры и мешки для сбора отходов.

В ряде случаев фильтрующая установка может быть изготовлена указанной организацией по специальному заказу практически на любую производительность по расходу воздуха и соответствующую мощность привода.

Проектируемый воздуховод должен быть рассчитан с учетом суммарного расхода воздуха Q м³/с, числа поворотов трубы и необходимой скорости воздуха для пыли $V_n = 10 \dots 13$ м/с.

Потери давления в рассматриваемом воздуховоде находят по формуле Дарси-Вейсбаха

$$\Delta P_e = \rho \frac{V_n^2}{2} \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \delta_m \right), \quad (1)$$

где $\rho = 1,2$ кг/м³ – плотность воздуха;

V_n – скорость воздуха, м/с;

λ – коэффициент гидравлического сопротивления;

l – суммарная длина воздуховода, м;

d – диаметр воздуховода, м;

$\sum \delta_m = n\delta_0 + \delta_\phi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, включающая сопротивления « n » количества поворотов трубы и сопротивление самого фильтра δ_ϕ . Коэффициент местного сопротивления поворота трубы на 90° принимаем $\delta_0 = 0,15$.

Диаметр воздуховода определяют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{3,14V_n}}, \quad (2)$$

где Q – производительность установки, м³/с;

V_n – принимаемая скорость воздуха, м/с.

Для нахождения коэффициента гидравлического сопротивления можно воспользоваться эмпирической формулой Блесса

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{d} \quad (3)$$

Местное сопротивление фильтра-мешка, сшитого из фильтровального полотна «Смог», определялось на кафедре Станки и инструменты УГЛТУ экспериментально [2]. Для мешка с поверхностью фильтрации $S_\phi = 1,68$ м² $\delta_\phi = 0,4$.

Общую площадь фильтрующей ткани любой обеспыливающей установки можно определить из формулы

$$\Sigma = \frac{Q}{V_\phi}, \quad (4)$$

где V_ϕ – скорость воздуха на выходе из фильтра, обычно $V_\phi \leq 0,2 \dots 0,3$ м/с.

Если принять в качестве модуля поверхность одного фильтра

$S_1 = 1,68$ м², количество фильтров, шт., находится из формулы

$$n = \frac{Q}{S_1 V_\phi} \quad (5)$$

Для того чтобы воспользоваться в качестве второй ступени очистки готовым фильтром установки типа УВП, необходимо уточнить диаметр входного патрубка этой установки из условия

$$D_0 = 0,7 D_2, \quad (6)$$

где D_0 – диаметр входного патрубка, м;

D_2 – диаметр рабочего колеса вентилятора, м.

Значение D_2 определяется либо непосредственным измерением у готовой установки типа УВП, либо находится расчетным путем [2].

Пользуясь вышеприведенными формулами, для взятого в качестве примера циклона УЦ 38 № 13 с $Q = 6000 \text{ м}^3/\text{ч}$ определим диаметр дополнительного воздуховода, минимальное значение мощности привода вентилятора второй ступени очистки воздуха и количество мешков-фильтров. Примем как исходные данные длину воздуховода $l = 40 \text{ м}$, а скорость воздуха в нем $V_n = 13 \text{ м/с}$.

В итоге получим следующие результаты:

1. Диаметр проектируемого воздуховода $d = 400 \text{ мм}$;
2. Суммарные потери давления $\sum \Delta P = 300 \text{ Па}$;
3. Мощность привода вентилятора второй ступени очистки $P = 1,3 \text{ Квт}$;
4. Количество мешков-фильтров $n = 4 \text{ шт.}$

Таким образом, в представленном варианте модернизации централизованных прямооточных установок поставленная цель – улучшение санитарно-гигиенических норм существующих пылеотсасывающих систем достигается за счет добавления к действующим системам дополнительной ступени очистки запыленного воздуха.

Библиографический список

1. СНИП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
2. Сулинов В.И. К вопросу расчета аспирационных систем [Текст] / В.И. Сулинов, А.К. Гороховский, С.В., С.В. Щепочкин // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. трудов по итогам IX международной научно-техн. конф. Вып. 21/БГИТА. – Брянск, 2008. – с.276 – 278.

Сулинов В.И., Щепочкин С.В., Гороховский А.К., Кузнецов А.И.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ УСТАНОВКИ НАСАДНЫХ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ФРЕЗ ACCURACY SETTING INCREASING OF ARBOR-TYPE MILLING CUTTER FOR WOOD

Точность установки насадных (периодически переустанавливаемых) фрез зависит от способа центрирования их на посадочном участке шпинделя. Наиболее простой способ центрирования – непосредственная установка фрезы на шпинделе по скользящей посадке с последующим зажимом ее гайкой.

В этом случае погрешность установки фрезы по критерию эксцентricности между осями шпинделя и посадочного отверстия фрезы может достигать $\geq 0,05 \text{ мм}$.

Более высокую точность установки насадной фрезы обеспечивает распространенный в отечественной практике способ крепления инструмента с помощью конусных цанговых втулок [1].

Недостатком этого способа крепления фрез является относительно высокая технологическая сложность изготовления цанг и их недостаточная надежность при эксплуатации.

В зарубежных моделях станков получили распространение гидрозажимные устройства для закрепления фрез.

Данное гидрозажимное устройство в виде упруго-деформируемой втулки, размещенной в корпусе фрезы, выполняет одновременно и центрирующие и зажимные функции.

При воздействии гидропластмассы стенки втулки деформируются, благодаря чему осуществляется процесс самоцентрирования ее по отношению к оси шпинделя.

Таким образом, для осуществления данного способа центрирования необходимо, чтобы каждая из устанавливаемых фрез включала в себя гидрозажимной механизм.

С целью сокращения затрат на изготовление гидрозажимных механизмов автоматами предлагается устанавливать их не в корпусах фрез, а непосредственно на рабочем шпинделе.

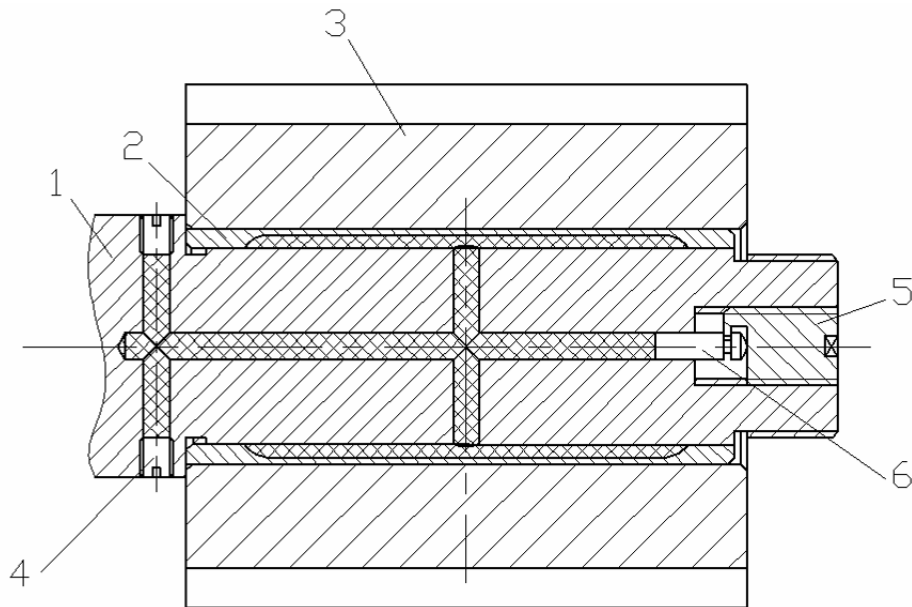


Рисунок 1 – Схема установки фрезы за счет самоцентрирующейся втулки

Как видно из рисунка 1, самоцентрирующаяся втулка 2 устанавливается на консоли шпинделя 1 по напряженной посадке, после чего наружная поверхность втулки обрабатывается до нужного посадочного размера корпуса фрезы 3. Самоцентрирование корпуса фрезы 3 по отношению к оси шпинделя достигается за счет разжима наружной поверхности втулки 2 на участке с утонченными стенками, на которые может воздействовать находящаяся под давлением гидропластмасса. Для размещения гидропластмассы в шпинделе имеется один осевой канал и два сквозных радиальных канала. Один радиальный канал служит для сообщения осевого канала с внутренней полостью тонкостенной втулки 2, а другой – выполняет функции выпускного отверстия.

В рабочем состоянии канал с выпускными отверстиями закрыт винтами-заглушками 4. Рабочее давление гидропластмассы обеспечивается при завинчивании нажимного винта 5, который в свою очередь воздействует на плунжер 6. Таким обра-

зом, нажимной винт 5 с плунжером 6 образуют силовой узел. Размеры нажимных винтов и плунжеров для самоцентрирующих приспособлений нормализованы [2].

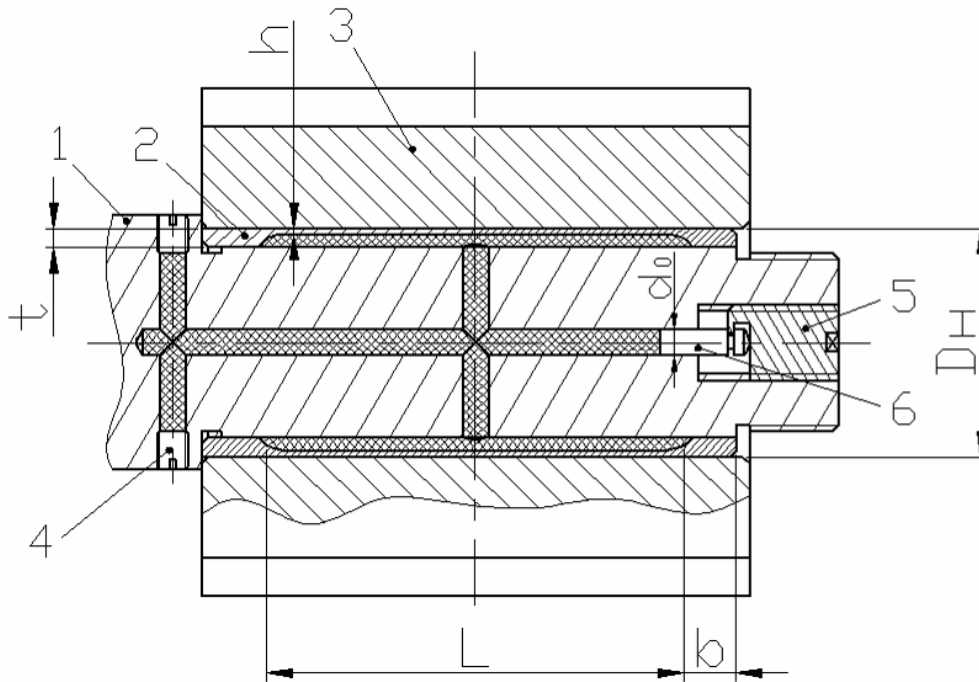


Рисунок 2 – Схема для расчета параметров гидрозажимного устройства

Для расчета параметров тонкостенной самоцентрирующейся втулки примем согласно рисунку 2 следующие обозначения:

D_n – наружный диаметр втулки, мм;

h – толщина тонкостенной части втулки, мм;

e – длина посадочных поясков втулки, мм;

t – толщина опорных поясков втулки, мм;

L – длина тонкостенной части втулки, мм;

$\Delta D_{дон}$ – наибольшая диаметральная упругая деформация втулки, мм;

S_{max} – максимальный зазор между установочной поверхностью втулки и базовой поверхностью отверстия корпуса фрезы, обычно принимают $S_{max} = 0,02 \dots 0,03$ мм;

d_o – диаметр плунжера 6, мм;

W – сила, развиваемая нажимным винтом 5, Н;

T – сила, прикладываемая к рукоятке нажимного винта 5, Н;

a – расстояние от точки приложения силы T до оси винта, мм;

r_{cp} – средний радиус резьбы винта, мм;

α – угол подъема резьбы винта ;

φ_{np} – приведенный угол трения, для метрической резьбы $\varphi_{np} = 6^{\circ} 40'$;

P – удельное давление гидропластмассы, МПа.

Последовательность расчета приспособления с самоцентрирующейся втулкой [3]:

1. Определяем ориентировочное значение толщины стенки тонкостенного участка втулки, если наружный диаметр $D_n = 10 \dots 50$ мм

$$H = 0,015 D_n + 0,5 \quad (1)$$

2. Находим допустимую деформацию (увеличение диаметра) тонкостенной части втулки (материал втулки сталь 45)

$$\Delta D_{дон} = 0,002 D_n \quad (2)$$

3. Определяем для условия $L > 0,3 D_n$ требуемое давление в полости втулки, МПа

$$P = \frac{2\Delta DEh}{D_n^2}, \quad (3)$$

где $E = 2,06 \cdot 10^{11}$ – модуль упругости, Па

4. Находим минимально необходимое усилие, передаваемое винтом 5 на плунжер 6, Н

$$W = \frac{\pi d_0^2 HP}{4}, \quad (4)$$

5. Определяем необходимую силу, прикладываемую к рукоятке винта, Н

$$T = \frac{Wr_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})}{a}, \quad (5)$$

6. Находим высоту рабочей полости тонкостенной втулки, мм

$$t - h = H = 2\sqrt[3]{D_n} \quad (6)$$

7. Определяем длину посадочных поясков втулки, мм

$$e = 2,5\sqrt[3]{D_n} \quad (7)$$

Пример расчета

Исходные данные:

- наружный диаметр тонкостенной втулки $D_n = 50$ мм;
- установочная длина втулки $L_y = 120$ мм;
- диаметр плунжера $d_0 = 10$ мм;
- средний радиус резьбы нажимного винта М18х1, $r_{cp} = 8,459$ мм;
- максимальный зазор в соединении фреза – шпиндель $S_{max} = 0,03$ мм.

Требуется определить недостающие параметры тонкостенной втулки.

Решение:

1. Определяем ориентировочное значение толщины стенки тонкостенного участка втулки по формуле 1

$$h = 0,015 \cdot 50 + 0,5 = 1,25 \text{ мм},$$

принимаем $h = 1$ мм.

2. Находим допустимую деформацию втулки по формуле 2

$$\Delta D_{дон} = 0,002 \cdot 50 = 0,1 \text{ мм},$$

так как $\Delta D_{дон} > S_{max} = 0,03$ можно констатировать: центрирование и зажим фрезы обеспечивается.

3. Определяем требуемое давление в полости втулки по формуле 3

$$P = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 2,06 \cdot 10^{11} \cdot 1}{50^2 \cdot 10^6} = 16,48 \text{ МПа}$$

4. Находим минимальное необходимое усилие от нажимного винта по формуле 4

$$W = \frac{\pi 16 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^4} = 1256 \text{ Н}$$

5. Необходимая сила, прикладываемая к рукоятке винта, находится по формуле 5, при этом конструктивно принимаем расстояние от точки приложения силы T до оси винта: $a = 80$ мм; $tg\alpha = S/\pi d_{cp} = 1/\pi 16,918 = 0,0188$,
 $\alpha = 1,078^0$; $\varphi_{np} = 6,66^0$;

$$T = \frac{1256 \cdot 8,459 \cdot 0,135}{80} = 17,92 \text{ Н}$$

Принимаем $T \leq 20$ Н.

6. Находим высоту рабочей полости тонкостенной втулки по формуле 6

$$H = 2\sqrt[3]{50} = 7,36 \text{ мм, принимаем } H = 7 \text{ мм, откуда}$$

толщина опорных поясков втулки $t = H + h = 8$ мм.

Таким образом, внутренний диаметр втулки $D_{в} = D_{н} - 2t = 34$ мм.

7. Определяем по формуле 7 длину посадочных поясков втулки

$$e = 2,5\sqrt[3]{50} = 9,2 \text{ мм, принимаем } e = 10 \text{ мм.}$$

8. Длина тонкостенной части втулки

$$L = L_y - 2e = 120 - 20 = 100 \text{ мм}$$

Библиографический список

1. Вандерер, К.М. Специальный дереворежущий инструмент [Текст]/Г.А. Зотов М.: Лесн. пром., 1983. 208 с.
2. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] / М. А. Ансеров / М.: Машиностроение, 1975. 649 с.
3. Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений [Текст]/А.П. Белоусов/ Москва «Высшая школа», 1980. 240 с.

Швец А.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) razurala@mail.ru,
Раевская Л. Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) raevskaya@usfeu.ru

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАНИПУЛЯТОРНОЙ МАШИНЫ СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ THE SUBSTANTIATION OF OVERALL DIMENSIONS OF A BASE PART MANIPULATOR MACHINE BY MEANS OF MATHEMATICAL MODELLING

Большинство современных машин манипуляторного типа представляет собой шасси с шарнирно сочлененной рамой оснащенные, как правило, манипуляторами с телескопической рукоятью, ротатором и захватом (рис. 1). Управление манипулятором – электрогидравлическое, с помощью двух рычагов, размещаемых на подлокотниках сидений.

Преимуществом технологического оборудования таких машин, является возможность подбора отдельных сортиментов на лесосеке, возможность регулирования объема пачки и полное отсутствие ручного труда.

Геометрия манипуляторов позволяет успешно работать как с сортиентами, так и с хлыстами. Преимущество телескопических стрел – большой вылет, обеспечивающий максимальную досягаемость сортиентов при минимальных перемещениях машины по делянке. Кинематика манипуляторов была рассмотрена ранее [1].

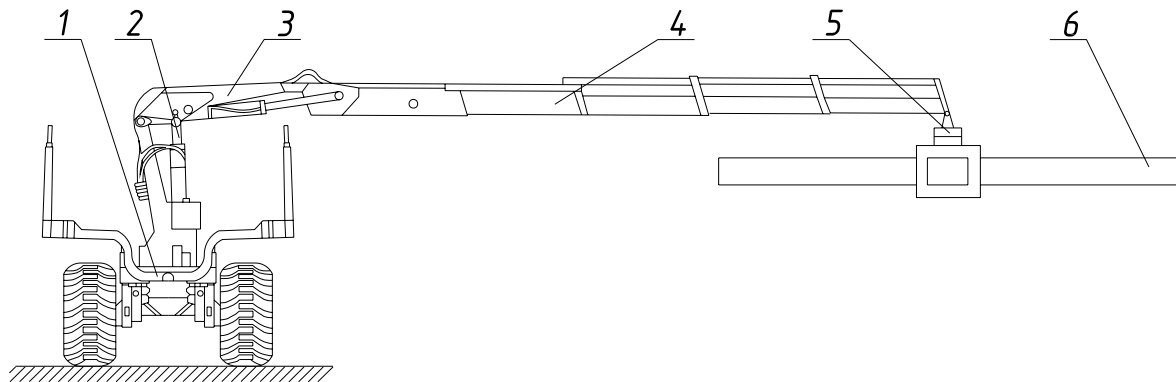


Рисунок 1 – Принципиальная схема манипуляторной машины с грузом: 1 – база манипуляторной машины, 2 – стойка манипулятора, 3 – стрела манипулятора, 4 – телескопическая рукоять манипулятора, 5 – рабочие органы манипулятора, 6 – груз

При повороте стрелы с грузом возникают динамические реакции опор стрелы, которые могут достигать величин, сравнимых со статическими, и приводить к нарушению устойчивости. Во избежание опрокидывания должны быть соблюдены определенные условия геометрии, как базы манипуляторной машины, так и самого гидроманипулятора. Проведем небольшой анализ эффективности относительных длин стрелы и рукояти. Рассмотрим два комплекта параметров: 1. L_1 – длина стрелы – 2 м, L_2 – длина рукояти – 8 м; 2. L_1 – 5 м, L_2 – 5 м. Изобразим схематически горизонтально расположенные (предельные состояния) части манипулятора для 1-го и 2-го набора параметров (расчетная схема на рис. 2). С точки зрения динамики преимущество имеет тот манипулятор, у которого при вращении будут возникать меньшие по величине нормальные силы инерции (вращение равномерное), которые и дают вклад в динамические реакции опор.

На расчетной схеме (рис. 2) приведены следующие обозначения: C_i – центры тяжести отдельных частей системы; G_C – сила тяжести стрелы; G_P – сила тяжести телескопической рукояти; L_1 – длина стрелы; L_2 – длина рукояти; Φ_1 и Φ_2 – силы инерции. Точка A – шарнир, соединяющий стрелу и рукоять. Верхняя часть рисунка для 1-го набора параметров, нижняя – для 2-го. Легко увидеть из расчетной схемы, что силы инерции во втором случае больше, чем в первом: $\Phi'_1 > \Phi_1$, $\Phi'_2 > \Phi_2$, так как расстояние до оси вращения во втором случае возрастает. Следовательно, и реакция опоры в точке O' будет больше реакции опоры в точке O . Кроме того, силы тяжести во 2-м случае также находятся на более удаленных от оси вращения расстояниях, и вклад в реакцию опоры создают больший (момент этих сил относительно оси вращения больше во 2-ом случае).

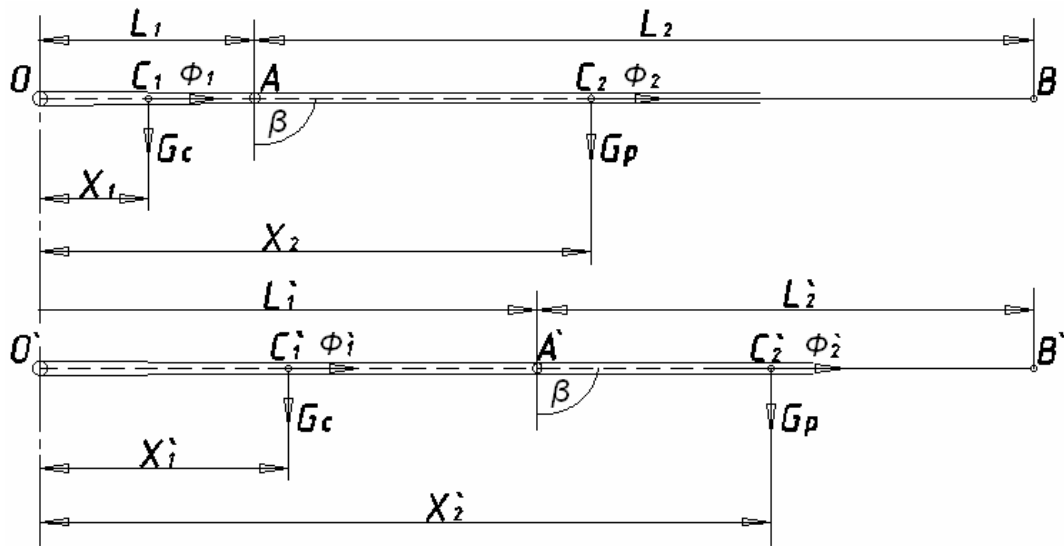


Рисунок 2 – Расчетная схема для определения оптимальной длины стрелы и рукоятки манипулятора

Построим на графике зависимость реакции опоры от длины стрелы (рис. 3 а) и рукоятки манипулятора (рис. 3 б) и положения их относительно вертикали.

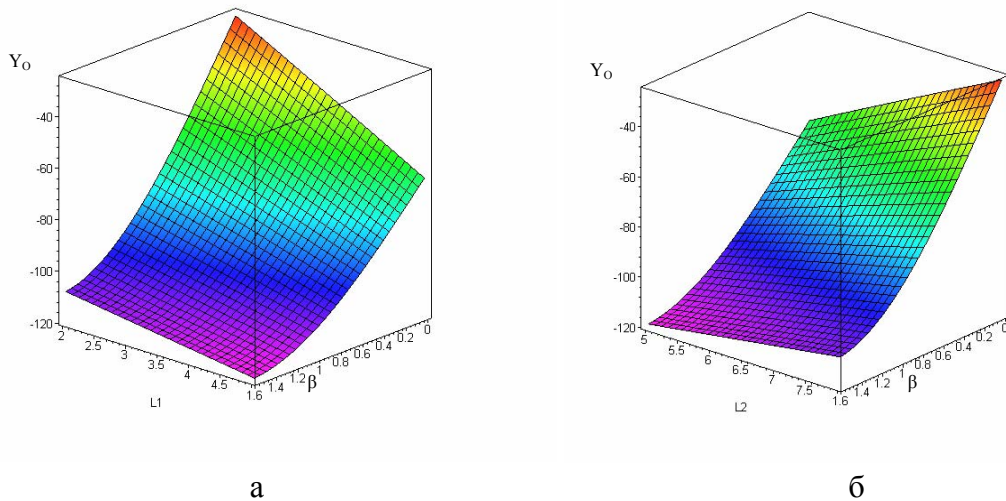


Рисунок 3 – Реакция опоры в зависимости от относительных длин стрелы и рукоятки и угла рукоятки с вертикалью

Зададим следующие величины сил тяжести: $G_1 = 2,9$ кН, $G_2 = 11,5$ кН, $G_3 = 14$ кН, исходя из технических характеристик манипулятора типа БАКМ 1600–4. Пусть угол наклона рукоятки манипулятора к горизонтальной плоскости β изменяется от 0 до 1,6 рад (т.е в пределах от 0 до $\pi/2$). Длина стрелы изменяется в пределах от 2 до 5 метров (рис. 3 а), а длина рукоятки от 5 до 8 метров (рис. 3 б).

Преимущество имеет манипулятор с длинами стрелы и рукоятки равными $L_1 = 2$ м, $L_2 = 8$ м, так как в этом случае реакция опоры в точке O будет меньше (силы инерции ближе к оси вращения).

Оценка габаритных размеров базовой части машины проводилась из условия статического равновесия, при котором оценивалось относительное расположение траектории центра тяжести и линии опрокидывания. Линия действия приведенной силы тяжести (груза, рабочих органов – грейфера с ротатором, стрелы, рукояти, машины) должна проходить внутри опорного контура. В противном случае нагрузки, создадут в этих машинах опрокидывающие моменты, что приведет к повороту относительно линии опрокидывания. Во избежание опрокидывания должны быть созданы условия устойчивого равновесия, при которых удерживающие моменты относительно линии опрокидывания, были бы больше, чем опрокидывающие. По нашим оценкам это возможно при определенных габаритах базовой части манипуляторной машины и определенном весе груза, который не должен превышать полученные нами значения, приведенные в таблице.

Таблица – Максимально возможный вес груза

Габариты манипуляторной машины, м			Максимально возможный вес груза, кН
Длина	Ширина вместе с выдвигными опорами (аутригерами)	Ширина	G_r
5,0	3,2	2,2	14
5,2	3,3	2,3	15
5,5	3,4	2,4	16
5,7	3,5	2,5	17
6,0	3,6	2,6	18
6,2	3,7	2,7	19
6,5	3,8	2,8	20
6,7	3,9	2,9	21
7,0	4,0	3,0	22
7,2	4,1	3,1	24
7,5	4,2	3,2	25
7,7	4,3	3,3	26
8,0	4,5	3,5	28

Приведенные в таблице результаты могут использоваться при подборе базы манипуляторной машины и максимальных нагрузок.

Библиографический список

1. Добрачев, А. А. Исследование кинематики работы звеньев манипулятора в обобщенном виде [Текст] / А. А. Добрачев, Л. Т. Раевская, А. В. Швец // Лесной вестник. – 2008. – №3. – С. 118–122.

Проблемы безопасности и экологии в переработке древесины

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

СОПРОТИВЛЕНИЕ ТКАНЕВОГО ФИЛЬТРА АСПИРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

RESISTANCE OF TEXTIL FILTER OF ASPIRATION SYSTEM

На современных деревообрабатывающих предприятиях улавливание пыли, образующейся на станках, производят тканевыми фильтрами стружкоотсосов или рукавными фильтрами стационарных аспирационных систем.

Характеристика древесной пыли. Пыль - это аэрозоль двухфазной системы (твёрдое тело - газ). Размеры твердых частиц пыли изменяются до 300 мкм. Условно твердые выбросы по размерам делят на пять подгрупп: менее 1 мкм; мелкодисперсная пыль размером 1...10 мкм, среднедисперсная пыль 10...40 мкм; крупнодисперсная пыль 40...140 мкм; очень крупная пыль размером более 140 мкм [1]. Распределение частиц аэрозолей по размерам характеризует дисперсный состав пыли, который показывает, из частиц какого размера состоит данный аэрозоль, и массу или количество частиц соответствующего размера.

Весь диапазон размеров древесных частиц разбивают на фракции. Под фракцией понимают массовые доли частиц, содержащихся в определенном интервале размеров частиц.

В табл. 1 и 2 приведен фракционный состав пылей, образующихся на деревообрабатывающих станках по данным Санкт-Петербургской лесотехнической академии [2].

Таблица 1 – Характеристика пыли, полученной при шлифовании древесины

d, мкм	6,67	7,64	8,37	9,63	10,6	10,8	11,4	12,1	13,1
m, мг·10 ⁻⁹	202,4	303,8	404,7	607,6	809,4	865,8	1011,2	1213,0	1516,8
d, мкм	14,4	16,4	17,2	18,1	19,2	20,7	21,5	22,3	22,8
m, мг·10 ⁻⁹	2024,6	3038,0	3463,3	4051,4	4860,8	6076,0	6744,3	7595,0	8100,6
d, мкм	23,3	23,9	24,6	25,3	26,1	27,0	28,1	29,3	30,9
m, мг·10 ⁻⁹	8677,8	9346,2	10127,4	11038,8	12152,0	13469,2	15190,0	17214,0	20,252,6
d, мкм	32,9	35,4	39,1	42,1	44,7	48,1	50,0	-	-
m, мг·10 ⁻⁹	24304,0	30380,0	40507,4	50632,6	60760,0	75950,0	85604,0	-	-

В шлифовальной пыли содержатся частицы с поперечным диаметром 6,67...50,0 мкм. Данные табл. 1 обрабатываем так, что для каждого размера частиц найдем нарастающее содержание массы. Так для d = 7,64 мкм $\sum m = 0,2024 + 0,3038 = 0,5062 \text{ г} \cdot 10^{-9}$; для d = 8,37 мкм $\sum m = 0,5062 + 0,4047 = 0,91 \text{ г} \cdot 10^{-9}$ и т.д. Полученные результаты сведены в табл. 3. По данным табл. 3 построен график (рис. 1, а), где по оси абсцисс отложен диаметр фракций, а по оси ординат - их нарастающее суммарное содержание.

Таблица 2 – Характеристика пыли, полученной при пилении и фрезеровании древесины

d, мкм	34,2	36,3	39,1	40,5	42,1	43,0	44,1	45,2
m, мг·10 ⁻⁹	27255,2	32706,2	40882,8	45379,0	51103,5	54510,4	58459,8	62960,4
d, мкм	46,4	47,7	49,3	51,0	53,1	54,2	55,5	56,9
m, мг·10 ⁻⁹	68138,0	74270,6	81765,6	90896	102207,0	109020,8	116789,4	125781,9
d, мкм	58,4	60,1	62,1	64,2	66,9	69,7	73,7	78,3
m, мг·10 ⁻⁹	136276,0	148540,8	163531,2	181247,1	204414,0	231669,2	272552,0	327062,4
d, мкм	84,3	92,8	100,0					
m, мг·10 ⁻⁹	408828,0	545104,0	681380,0					

Таблица 3 – Нарастающее суммарное массовое содержание фракций смеси шлифовальной пыли

№п/п фракции				5				8	
d, мкм	6,67	7,64	8,37	9,63	10,6	10,8	11,4	12,1	13,1
$\sum m,$ г·10 ⁻⁹	0,2024	0,5062	0,91	1,52	2,33	3,19	4,2	5,42	6,93
	11				15				
	14,4	16,4	17,2	18,1	19,2	20,7	21,5	22,3	22,8
	8,96	11,99	15,5	19,5	24,37	30,45	37,19	44,79	52,89
			22					28	
	23,9	24,6	25,3	26,1	27	28,1	29,3	30,9	32,9
	70,9	81,04	92	104,2	117,7	132,9	150,1	170,3	194,7
	30			34					
	39,1	42,1	44,7	48,1	50	-	-	-	-
	265,5	316,2	376	452,9	538,49	-	-	-	-

В таблице 3 и на рисунке цифрами 5, 8, 11, 15, 22, 28, 30, 34 отмечены порядковые номера произвольно взятых фракций.

Точно так же обработаны данные табл. 2 и построен график (рис. 1, б) для пыли, полученной при пилении и фрезеровании.

Точки на кривых графиков M_{50} , где суммарная масса составляет 50 %, называются медианами, а соответствующие им диаметры – медианными диаметрами d_{50} , т.е. средними для данной пыли. Так для пыли, полученной при шлифовании, $d_{50} = 39,1$ мкм; для пыли, полученной при пилении и фрезеровании, $d_{50} = 69,7$ мкм.

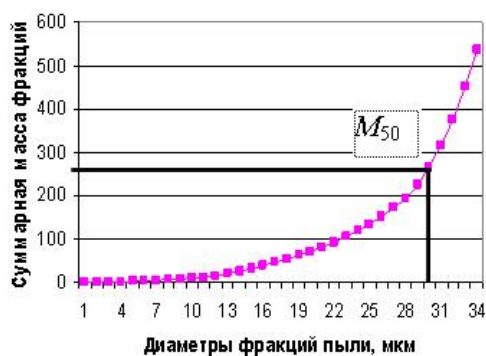
Таким образом, шлифовальную пыль следует отнести к среднedisперсной пыли, $d_{50} = 10...40$ мкм, а пыль, образующуюся при пилении и фрезеровании – к крупнодисперсной, $d_{50} = 40...140$ мкм.

Расчет фильтрующей поверхности ткани фильтра. Фильтрующую поверхность ткани определяют по формуле, м²:

$$F_{\phi} = Q / 60q, \quad (1)$$

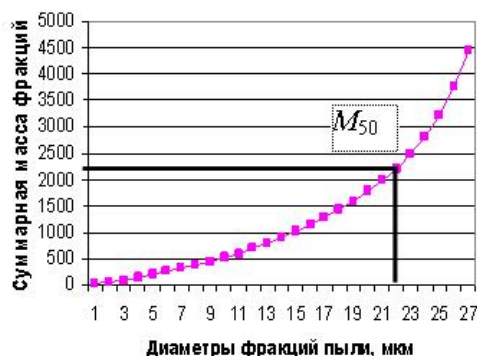
где Q – объем воздуха, поступающего на очистку, м³/ч;

q – удельная газовая нагрузка фильтровальной ткани, скорость фильтрации, м³/(м²·мин).



а

Диаметры фракций, мкм: 5–10,6;
8–12,1; 11–16,4; 15–20,7; 22–25,3;
28–32,9; 30–39,1; 34–50.



б

Диаметры фракций, мкм: 4–40,5;
11–49,3; 19–62,1; 24–78,3; 27–100.

Рисунок 1 – Распределение пыли по фракциям, полученной при:
а – шлифовании; б – пилении и фрезеровании

Значение удельной газовой нагрузки для тканевых фильтров зависит от многих факторов и для древесных стружек, опилок, пыли определяется так [1]:

$$q = q_n c_1 c_2 c_3 c_4 c_5, \quad (2)$$

где q_n – начальное значение удельной газовой нагрузки, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$;
 c_1 – коэффициент, характеризующий особенность регенерации фильтрующих элементов; при встряхивании рукавов $c_1 = 0,7 \dots 0,85$;
 c_2 – коэффициент, учитывающий концентрацию пыли; значение c_2 в зависимости от величины концентрации древесных частиц пыли, $\text{г}/\text{м}^3$, принимают по следующим данным:

$\mu, \text{г}/\text{м}^3$	100	80	60	40	20	10	5	1
c_2	0,83	0,85	0,87	0,9	0,96	1,0	1,25	1,5

c_3 – коэффициент, учитывающий влияние дисперсного состава пыли в газе: при медианном диаметре пыли $d_{50} = 39,1$ мкм $c_3 = 1$; при $d_{50} = 69,7$ мкм $c_3 = 1,1$;

c_4 – коэффициент, учитывающий влияние температуры газа; при $t = 20$ °С $c_4 = 1$;

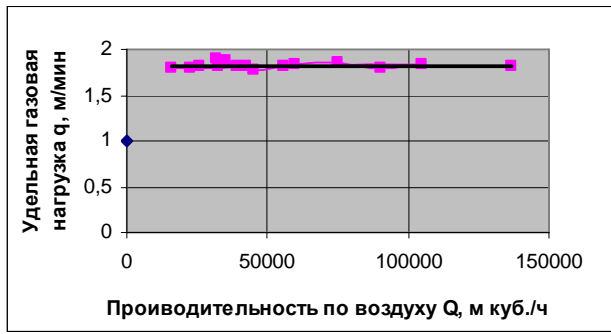
c_5 – коэффициент, учитывающий требования к качеству очистки; для получения ПДК пыли $6 \text{ мг}/\text{м}^3$ принимают $c_5 = 0,95$.

Обследование пылеулавливающих аппаратов УВП-СЦ и УВП-СТ, выпускаемых ЗАО “КОНСАР” позволило установить зависимость значений газовой нагрузки рукавных тканевых фильтров (рис. 2) [3] от их производительности по воздуху.

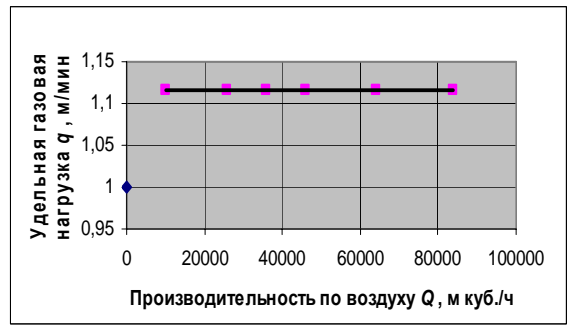
Для стружкоотсосов ЗАО “КОНСАР” расчетные данные приведены в таблице 4 и на рисунок 3.

По рис. 2 и 3 получены выражения для определения удельной газовой нагрузки, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$:

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с древесными опилками, стружками $q = 1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} Q$;



а



б

Рисунок 2 – Значения удельной газовой нагрузки рукавных фильтров при очистке воздуха: а – от стружек и опилок; б – от шлифовальной пыли

Таблица 4 – Характеристика стружкоотсосов ЗАО “КОНСАР”

Параметры	Стружкоотсосы УВП-ИН					
	1200	2000	2000	3000	5000	7000
Q, м³/ч	1200	2000	2000	3000	5000	7000
d, м	0,5	0,5	0,6	0,5	1	1
n, шт	1	1	1	2	3	4
H, м	0,90	0,95	1	1	1	1
F, м²	1,60	1,69	2,17	3,53	11,78	15,71
q, м³/м²·мин	12,5	19,7	15,4	14,2	7,1	7,4
Установленная мощность, кВт	1,1	1,5	1,5	2,2	4,0	5,5

Здесь d – диаметр тканевого мешка, n – количество фильтровальных мешков, H – высота мешка.

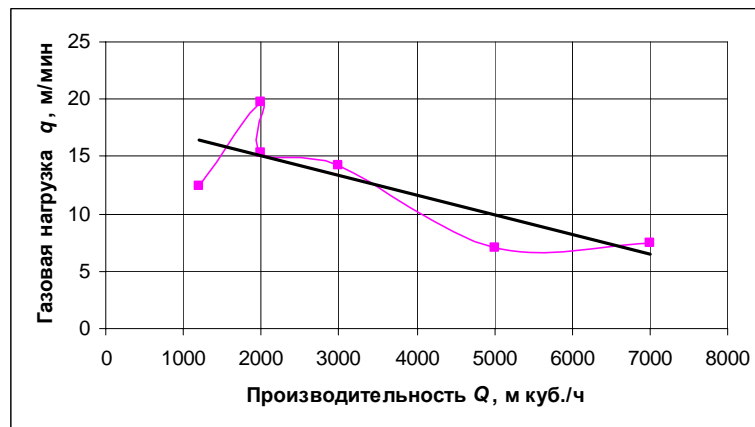


Рисунок 3 – Зависимость удельной газовой нагрузки фильтра стружкоотсоса от его производительности

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с шлифовальной пылью $q = 1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} Q$;

– для тканевых фильтров стружкоотсосов $q = 18,473 - 0,0017Q$.

Начальное значение удельной газовой нагрузки по формуле (2) $q_n = q / c_1 c_2 c_3 c_4 c_5$. Знаменатель дроби при очистке воздуха от древесных частиц равен 0,786 или $q_n = 1,27q$.

Таким образом, можно определить значение q_n , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$:

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с древесными опилками, стружками $q_n = 1,27(1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} Q)$;

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с шлифовальной пылью $q_n = 1,012(1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} Q)$;

– для тканевых фильтров стружкоотсосов $q_n = 1,27(18,473 - 0,0017Q)$.

Пример 1. Стружкоотсос, подключенный к станку ЦА-2А, имеет производительность по воздуху $Q = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Определить поверхность фильтровального тканевого мешка.

Решение. 1. Удельная газовая нагрузка для лавсановой фильтровальной ткани

$$q = q_n c_1 c_2 c_3 c_4 c_5.$$

$$\text{Значения } q_n = 1,27(18,473 - 0,0017Q) = 1,27(18,473 - 0,0017 \cdot 1200) =$$

$= 20,87 \text{ (м}^2 \cdot \text{мин)}$, $c_1 = 0,8$; при обслуживании станка ЦА-2А образуется пыли $32,5 \text{ кг/ч}$ или концентрация пыли в воздушном потоке равна $\mu' = 32,5 \cdot 1000/1200 = 27,1 \text{ г/м}^3$, тогда $c_2 = 0,94$; $c_3 = 1,1$; $c_4 = 1,0$; $c_5 = 0,95$.

$$q = 20,87 \cdot 0,8 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 16,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин}).$$

2. Фильтрующая поверхность ткани, м^2 :

$$F_\phi = Q / 60q = 1200/(60 \cdot 16,4) = 1,22 \text{ м}^2.$$

У существующего стружкоотсоса $F_\phi = 1,6 \text{ м}^2$ (см. табл. 4).

Гидравлическое сопротивление фильтра. Гидравлическое сопротивление фильтра (рис. 4) складывается из сопротивления корпуса Δp_k (сопротивления воздуха на входе и выходе), сопротивления ткани Δp_t и сопротивления осевшей на ткань пыли $\Delta p_{пл}$, Па [1]:

$$\Delta p_\phi = \Delta p_k + \Delta p_t + \Delta p_{пл}. \quad (3)$$

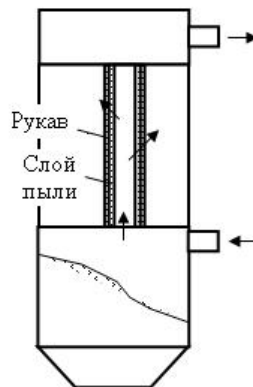


Рисунок 4 – Схема фильтрации

Гидравлическое сопротивление корпуса аппарата определяется величиной местных сопротивлений, Па:

$$\Delta p_k = 0,5 \xi_{мс} \rho V^2, \quad (4)$$

где ζ_{mc} – сумма гидравлических коэффициентов местного сопротивления; при конструировании фильтров принимают $\zeta_{mc}=1,0 \dots 1,2$;
 V – скорость воздуха во входном патрубке, м/с;
 ρ – плотность воздуха, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Гидравлическое сопротивление ткани фильтра Δp_T вычисляются по выражению, Па:

$$\Delta p_m = K_n \mu_1 q / 60 \quad (5)$$

где K_n – коэффициент сопротивления экспериментальный, зависящий от размеров частиц и проницаемости ткани; для рукавных фильтров из лавсановой ткани и твердых частиц можно принять:

– для древесной пыли с медианным диаметром $d_{50}=39,1 \text{ мкм}$

$$K_n \approx 600 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}; \quad (6)$$

– для $d_{50}=69,7 \text{ мкм}$

$$K_n \approx 400 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}; \quad (7)$$

– для стружкоотсосов

$$K_n \approx 50 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}.$$

μ_1 – коэффициент динамической вязкости воздуха, Па·с; его значение для воздуха находят по формуле Милликена, Н·с/м²

$$\mu_1 = 17,11845 \cdot 10^{-6} + 49,3443 \cdot 10^{-9} t, \quad (8)$$

при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\mu_1 = 17,11845 \cdot 10^{-6} + 49,3443 \cdot 10^{-9} \cdot 20 = 18,1 \cdot 10^{-6} \text{ Н·с/м}^2.$$

q – удельная газовая нагрузка, равная скорости фильтрования, м/мин.

Потери напора в осевшей на ткань пыли $\Delta p_{пл}$ рассчитывается по уравнению, Па:

$$\Delta p_{пл} = \mu_1 T \mu_2 q^2 K_1, \quad (9)$$

где T – продолжительность фильтровального цикла (продолжительность работы до момента регенерации), с;

μ_2 – объемная концентрация пыли на входе в фильтр, кг/м³;

K_1 – экспериментальный параметр сопротивления слоя пыли м/кг.

В зависимости от объемной концентрации пыли в воздухе μ_2 и продолжительности работы фильтра до регенерации $T = 3600 \text{ с}$ можно принять значение K_1 приблизительно так:

$\mu_2, \text{кг/м}^3$	0,025	0,0625	0,09375	0,125	0,1563	0,1875	0,21875
$d_{50}=69,8 \text{ мкм}$							
$K_1, \text{м/кг}$	$3,63 \cdot 10^8$	$1,45 \cdot 10^8$	$9,69 \cdot 10^7$	$7,3 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^7$	$4,8 \cdot 10^7$	$4,15 \cdot 10^7$
$d_{50}=39,2 \text{ мкм}$							
$K_1, \text{м/кг}$	$1,06 \cdot 10^9$	$4,23 \cdot 10^8$	$2,82 \cdot 10^8$	$2,1 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$	$1,4 \cdot 10^8$	$1,21 \cdot 10^8$

Для стружкоотсосов $K_{1ст} = 0,014 K_1$.

Пример 2. Стружкоотсос для удаления опилок и пыли от станка ЦА-2А по примеру 1 имеет производительность по воздуху $Q = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Продолжительность фильтровального цикла $T = 30 \text{ мин}$. Скорость воздуха во входном патрубке $V = 18 \text{ м/с}$. Определить мощность вентилятора при его КПД $\eta = 0,6$.

Решение. 1. Гидравлическое сопротивление на входе в стружкоотсос

$$\Delta p_k = 0,5 \xi_{mc} \rho V^2 = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 18^2 = 194,4 \text{ Па.}$$

2. Гидравлическое сопротивление ткани мешка при удельной газовой нагрузке $q = 16,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$.

$$\Delta p_m = K_n \mu_1 q / 60 = 50 \cdot 10^6 \cdot 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot 16,4 / 60 = 247,4 \text{ Па.}$$

3. На станке ЦА-2А образуется пыли 32,5 кг/ч; концентрация пыли равна $\mu_n = 32,5/1200 = 0,0271 \text{ кг/м}^3$; гидравлическое сопротивление слоя пыли на ткани

$$\Delta p_{nl} = \mu_1 T \mu_2 (q/60)^2 K_1 = 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot (30 \cdot 60) \cdot 0,0271 \cdot (16,4/60)^2 \cdot 350 \cdot 10^6 \cdot 0,014 = 323,2 \text{ Па.}$$

4. Гидравлическое сопротивление стружкоотсоса

$$\Delta p_o = 194,4 + 247,4 + 323,2 = 765,0 \text{ Па.}$$

Мощность вентилятора

$$P = \Delta p_o Q / 1000 \eta = 765,0 \cdot 1200 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,6) = 0,425 \text{ кВт.}$$

В действующем стружкоотсосе использован пылевой вентилятор с электродвигателем мощностью 1,1 кВт, $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$.

Пример 3. Рассчитать фильтр аспирационной установки УВП-СЦ-4 (ЗАО Консар), к которой подсоединены круглопильные деревообрабатывающие станки. Производительность по воздуху $Q = 32000 \text{ м}^3/\text{ч}$, количество перемещаемой пыли $M = 374,5 \text{ кг/ч}$, скорость пыле-воздушного потока при входе в фильтр $V = 18,5 \text{ м/с}$. Период встряхивания рукавов $T = 1 \text{ ч}$.

Определить площадь фильтровальной поверхности тканевых рукавов и гидравлическое сопротивление фильтра.

Решение. 1. Удельная газовая нагрузка для лавсановой фильтровальной ткани

$$q = q_n c_1 c_2 c_3 c_4 c_5.$$

Для рукавных тканевых фильтров, работающих с древесными опилками

$$q_n = 1,27(1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} Q) = 1,27(1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} \cdot 32000) =$$

$= 2,31 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$; $c_1 = 0,8$; при концентрации пыли в воздушном потоке равна $\mu_2 = 374,5 \cdot 1000 / 32000 = 11,7 \text{ г/м}^3$, $c_2 = 0,99$; $c_3 = 1,1$; $c_4 = 1,0$; $c_5 = 0,95$.

$$q = 2,31 \cdot 0,8 \cdot 0,99 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1,91 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин}).$$

2. Фильтрующая поверхность ткани рукавов, м^2 :

$$F_\phi = Q / 60q = 32000 / (60 \cdot 1,91) = 279 \text{ м}^2.$$

У действующего фильтра $F_\phi = 282 \text{ м}^2$.

3. Гидравлическое сопротивление на входе в корпус рукавного фильтра

$$\Delta p_k = 0,5 \xi_{mc} \rho V^2 = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 18,5^2 = 205,4 \text{ Па.}$$

4. Гидравлическое сопротивление ткани фильтра

$$\Delta p_m = K_n \mu_1 q = 400 \cdot 10^6 \cdot 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,91 / 60 = 230,5 \text{ Па.}$$

5. Гидравлическое сопротивление слоя пыли на ткани; при концентрации пыли в потоке $\mu_{2n} = 374,5 / 32000 = 0,0117 \text{ кг/м}^3$

$$\Delta p_{nl} = \mu_1 T \mu_2 q^2 K_1 = 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot (60 \cdot 60) \cdot 0,0117 \cdot (1,91/60)^2 \cdot 580 \cdot 10^6 = 448 \text{ Па.}$$

6. Гидравлическое сопротивление установки УВП-СЦ-4

$$\Delta p_o = 205,4 + 230,5 + 448 = 883,9 \text{ Па.}$$

Пример 4. Рассчитать фильтр установки УВП-СТ-14-ПН (ЗАО Консар) [3], работающей с пылью деревообрабатывающих шлифовальных станков (ШлПС-7 – 3 станка, ШлДБ-5 – 1 станок). Объем отсасываемого воздуха от станков $Q = 14000 \text{ м}^3/\text{ч}$, количество перемещаемой пыли $M = 25,077 \text{ кг/ч}$, скорость пыле-воздушного потока при входе в фильтр $V = 16,5 \text{ м/с}$. Период встряхивания рукавов $T = 1 \text{ ч}$.

Определить площадь фильтровальной поверхности тканевых рукавов и гидравлическое сопротивление фильтра.

Решение. 1. Удельная газовая нагрузка для лавсановой фильтровальной ткани

$$q = q_n c_1 c_2 c_3 c_4 c_5.$$

Для рукавных тканевых фильтров, работающих с пылью шлифовальных станков

$$q_n = 1,012(1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} Q) = 1,27(1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} \cdot 14000) =$$

$= 1,13 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$; $c_1 = 0,8$; при концентрации пыли в воздушном потоке равна $\mu_2 = 25,077 \cdot 1000/13524 = 1,85 \text{ г/м}^3$, $c_2 = 1,3$; для медианного диаметра пыли $d_{50} = 39,1 \text{ мкм}$ $c_3 = 1$; $c_4 = 1,0$; $c_5 = 0,95$.

$$q = 1,13 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1,12 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин}).$$

2. Фильтрующая поверхность ткани рукавов, м^2 :

$$F_\phi = Q / 60q = 14000 / (60 \cdot 1,12) = 208,3 \text{ м}^2.$$

У действующего фильтра $F_\phi = 209 \text{ м}^2$.

3. Гидравлическое сопротивление на входе в корпус рукавного фильтра

$$\Delta p_k = 0,5 \xi_{mc} \rho V^2 = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 16,5^2 = 163,4 \text{ Па.}$$

4. Гидравлическое сопротивление ткани фильтра

$$\Delta p_m = K_n \mu_1 q = 400 \cdot 10^6 \cdot 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,12 / 60 = 135,1 \text{ Па.}$$

5. Гидравлическое сопротивление слоя пыли на ткани; при концентрации пыли в потоке

$$\mu_{2п} = 25,077/14000 = 0,00179 \text{ кг/м}^3;$$

$$\Delta p_{nl} = \mu_1 T \mu_2 q^2 K_1 = 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot (60 \cdot 60) \cdot 0,00185 \cdot (1,12/60)^2 \cdot 14100 \cdot 10^6 = 592,3 \text{ Па.}$$

6. Гидравлическое сопротивление установки УВП-СТ-14-ПН

$$\Delta p_o = 163,4 + 135,1 + 592,3 = 890,8 \text{ Па.}$$

Выводы.

1. Пыль, полученная на шлифовальных станках, имеет медианный диаметр $d_{50} = 39,1 \text{ мкм}$, а пыль, образующаяся при пилении и фрезеровании – $d_{50} = 69,7 \text{ мкм}$.

2. Начальное значение удельной газовой нагрузки можно принять так:

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с древесными опилками, стружками $q_n = 1,27(1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} Q)$;

- для рукавных тканевых фильтров, работающих с шлифовальной пылью $q_n = 1,012(1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} Q)$;
- для тканевых фильтров стружкоотсосов $q_n = 1,27(18,473 - 0,0017Q)$.

Библиографический список

1. Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки [Текст]/ А.Г. Ветошкин; Пенза: Пензенский гос. ун-т, 2005. 210 с.
2. Александров, А.Н. Пневмотранспорт и пылеулавливающие сооружения на деревообрабатывающих предприятиях [Текст]/ А.Н. Александров, Г.Ф. Козориз// М.: Лесн. пром-сть, 1988. 248 с.
3. Очистка воздуха от промышленных выбросов. Проектирование, изготовление, монтаж [Текст]; Саров: ЗАО Консар. 98 с.

Малюшова Е. В., Гамрекели М. Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург РФ)
gamrekely@mail.ru

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ВОЗДУХА РАБОЧИХ ЗОН ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ *THE CONDITIONS FOR EFFECTIVE DUST MAINTENANCE DECREASE IN THE WORKING ZONES AIR OF WOOD MANUFACTURES*

Механическая обработка древесины сопровождается образованием значительного количества мелкодисперсных отходов и пыли. На деревообрабатывающих и мебельных предприятиях воздушная среда загрязняется сложной смесью веществ, состав которой обусловлен характером производства. Большое количество многокомпонентной по составу пыли образуется при операциях шлифования и полирования деталей мебели.

Несмотря на принимаемые меры защиты, определенное количество древесной пыли все же поступает в воздушную среду и осаждается на поверхностях строительных конструкций, стен и оборудования. Осевшая пыль может вновь загрязнять воздушную среду под воздействием воздушных потоков и в результате технологической вибрации.

В деревообрабатывающих производствах источники выделения пыли (частиц с диаметром до 200 мкм) бывают двух видов. К первому виду источников относится технологическое оборудование, при работе которого пыль, а также более крупные частицы образуются в качестве отходов механической обработки древесных и других материалов. Ко второму виду источников относится технологическое оборудование для получения измельченных материалов, которые являются полуфабрикатами в технологических процессах, например в производстве древесностружечных плит, или конечным продуктом в производстве древесной муки.

Для источников, как первого, так и второго видов, задача предотвращения попадания пыли в объем производственных помещений решается путем отсоса дисперсных

отходов в момент их образования от режущих органов станков. Наиболее распространено применение пневмотранспорта. Образующаяся газовзвесь передается по линии пневмотранспорта к циклону, где происходит разгрузка продукта и очистка транспортирующего воздуха. Применение циклонов не решает задачи тонкой очистки воздуха в помещениях деревообрабатывающих производств. Так, циклоны позволяют улавливать частицы от 2 до 3000 мкм, в то время как волокнистые и тканевые фильтры, применяемые в аспирационных установках и устройствах, улавливают частицы от 0,1 до 100 мкм.

Эффективность газоочистки в циклонах, как правило, не высока и не превышает 97%, что приводит к загрязнению атмосферы. При таком методе достижение предельно допустимой концентрации пыли в воздухе на рабочем месте станочника может быть достигнуто, если обеспечить достаточно высокую скорость воздухозабора от режущего органа станка, что потребует экономически неоправданно высоких расходов воздуха на пневмотранспортирование отходов. Кроме того, при сложных и разветвленных пневмотрассах и применении комбинации приточных и вытяжных вентиляторов требуется согласование их расходов. В противном случае скорость воздухозабора от режущего органа станка будет недостаточна для эвакуации пыли из рабочей зоны, а в трассе не будет обеспечено разрежение и произойдет запыление рабочего помещения через негерметичные фланцевые разъемы. То же самое происходит в тех случаях, когда по каким-либо причинам в результате плохой разгрузки циклона произойдет его переполнение дисперсным продуктом.

При технологических процессах получения дисперсных древесных полуфабрикатов, когда его выгрузка осуществляется непосредственно из станка, например, через шлюзовый затвор или с помощью транспортера, предотвращение запыленности воздуха в рабочем помещении решается за счет местного отсоса воздуха из зоны выгрузки. При этом необходимо обеспечить минимальный захват измельченного материала воздушным потоком.

Таким образом, применение пневмотранспорта и циклонной очистки воздуха не может обеспечить соблюдение санитарно-гигиенических требований к запыленности рабочих помещений.

Существенными недостатками циклонной очистки является также ограниченные возможности очистки, не отвечающие современным требованиям; необходимость их монтажа вне производственных помещений, что приводит к удалению теплого воздуха из помещений [1].

В настоящее время в нашей стране развилась широкая сеть средних и небольших лесопильных и мебельных предприятий, перед которыми остро стоит проблема снижения запыленности в связи с аттестацией рабочих мест.

Интенсивность загрязнений воздуха рабочей зоны деревообрабатывающих производств и мебельных цехов часто достигает такого высокого уровня, что существующие средства защиты от них не в состоянии выполнить свои функции. Рост загрязнения воздуха обусловлен резким несоответствием между темпами развития промышленного производства и техники очистки [2].

Поэтому имеется острая необходимость в разработке рекомендаций по адаптации действующих систем и устройств очистки к определенным условиям эксплуатации и в создании новых эффективных средств очистки пылевых выбросов [3].

В настоящее время наряду с системами пневмотранспорта и циклонами, выполняющими преимущественно технологические функции разгрузки и устройств для предварительной очистки воздуха, все более широко для снижения запыленности применяют локальную вакуумную аспирацию рабочих мест с использованием тканевых фильтров разных типов. В настоящее время пока не разработан универсальный фильтровальный материал, поэтому каждый вид из известных фильтровальных материалов предназначен для применения в определенных условиях. Очистным элементом является фильтровальный рукав.

Фильтровый материал, используемый в системах вакуумной аспирации, делится на классы, присваиваемые в зависимости от материала и типа применяемой его пропитки. По европейской классификации для деревообработки предназначен материал класса М из пропилена со специальной пропиткой. При правильной регенерации фильтровальный рукав служит до 10 лет. Современные аспирационные установки обеспечивают эффективное и надежное обеспыливание воздуха в рабочей зоне производственных помещений и охрану атмосферного воздуха от загрязнения с минимальными капитальными и эксплуатационными затратами [4].

В настоящее время в деревообрабатывающих производствах индустриально развитых стран фильтры являются основным видом пылеулавливающего оборудования аспирационных систем. За счет конструктивных особенностей и используемых материалов аспирационных систем воздух может быть очищен от древесной пыли до величины менее 1 мг/м^3 , т.е. ниже величины предельно допустимого санитарными нормами пылесодержания приточного воздуха. Это позволяет, в большинстве случаев, организовать циркуляцию в помещении очищенного воздуха, используемого для аспирации, и за счет этого снижать в холодное время года расходы на отопление [5].

Так, например, после установки вакуумной системы на Архангельском фанерном заводе, температура в производственных помещениях повысилась на 6 град. [6].

Вакуумные системы по потреблению электроэнергии вентиляторами экономичнее циклонов на ~30%, только за счет своих технических характеристик.

Расход электроэнергии при системе циклонной очистки постоянен независимо от числа станков. Поэтому, при отключении нескольких станков возникает перерасход электроэнергии. В то же время затраты энергии при аспирационной очистке воздуха соответствует числу задействованных станков. В этом состоит косвенная экономия затрат.

В настоящее время определилось два подхода в организации аспирационной очистки воздуха на производствах: создание централизованных и местных систем.

Недостатком централизованных систем газоочистки является постоянство расхода воздуха для эвакуации пыли при изменении числа объектов обеспыливания, из чего следует нестабильность эффективности улавливания пыли и повышение удельных энергозатрат в расчете на единицу деревообрабатывающего оборудования. Централизованные системы целесообразно использовать в тех случаях, когда необходимо использовать весь набор оборудования, подключенного к системе.

Наиболее распространены местные (мобильные, локальные, автономные) аспирационные устройства. Они предназначены для обслуживания одного станка или компактно расположенной группы станков. Местные аспирационные устройства для удаления пыли и стружки отличаются простотой конструкции и технического обслуживания, их можно быстро перемещать с места на место и включать только на время работы

конкретного станка.

Аспирационные установки для устранения запыленности на конкретных станках позволяют снизить локальную концентрацию пыли в цехе до значений ПДК на каждом конкретном рабочем месте и устранить потенциальную опасность возгорания от электрической искры, тлеющих частиц, которые могут образовываться в результате трения при механической обработке изделий. Поэтому в конструкциях аспирационных установок применяют устройства искрогашения, термодатчики, блокираторы для аварийного отключения электричества, устанавливают штуцеры для автоматической подачи воды, дренчерные и спринклерные оросители, огнезаградительные устройства. В конструкциях бункеров и трубопроводов аспирационных установок часто применяют взрывные клапаны для возможности снижения избыточного давления при взрыве.

Таким образом, анализируя возможности уменьшения запыленности помещений деревообрабатывающих производств, можно сделать следующие выводы:

– циклоны следует применять в тех случаях, когда они встраиваются в технологические пневмотранспортные системы для передачи специально производимых или сопутствующих в больших количествах деревообрабатывающему процессу древесных дисперсных продуктов (щепа, стружка, опилки, древесная мука);

– непосредственно на деревообрабатывающих станках необходимо применять аспирационные устройства;

– выбор в пользу централизованных или местных аспирационных устройств зависит от постоянства одновременно задействованных станков.

Библиографический список

1. Аспирация в деревообработке, Лесдрев Экспо №3, 23.12.2007.
2. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. – М., Стройиздат, 1981.– 296 с.
3. Сыздыкова А.Н. Снижение запыленности воздуха рабочих зон деревообрабатывающих предприятий. – Алматы, 2008.
4. Справочник по пыле- и золоулавливанию, под ред. А. А. Русанова.– М., 1983.
5. И. Григорьев, А. Шестов. Аспирационные установки на деревообрабатывающих предприятиях. – Санкт-Петербург, 2008.
6. Глебов И.Т., Рысев В.Е. Аспирационные и транспортные системы деревообрабатывающих предприятий. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. ун-т, 2004. – 180 с.

Сидорик Д. Е., Гамрекели М. Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
gamrekely@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ *THE MODERN APPROACHES TO RATIONAL USE OF THE WOOD WASTES*

Классификация отходов лесопиления и деревообработки

Отходы, образующиеся в результате переработки сырья на предприятиях, можно подразделить на следующие основные группы;

- горбыль и хвосты горбылей и подгорбыльных досок;
- кусковые: обрезки (продольные и поперечные), получаемые в лесопилении и деревообработке (торцовые срезы бревен и досок), обрезки фанерных кряжей, карандаши, обрезки сухих заготовок и деталей, вырезка брака;
- фанерные и плиточные: обрезки шпона, клееной фанеры, древесноволокнистых и древесностружечных плит;
- все виды стружек, получаемых при обработке заготовок и деталей на станках в деревообрабатывающих производствах;
- древесная пыль и все виды опилок, получаемых при лесопилении, раскрое пиломатериалов, клееной фанеры, а также при обработке заготовок и деталей на станках в деревообрабатывающих производствах; древесная пыль, получаемая при шлифовании деталей на станках и в других процессах производства;
- куски коры, получаемые в результате окорки круглого леса в лесопильном, фанерном и целлюлозно-бумажном производствах.

К этому перечню следует добавить значительное количество как древесных, так и других отходов композиционных материалов (пластмасс, тканей и др.), которые образуются при производстве мебели в многочисленных цехах и на участках по изготовлению мебели, возникших в нашей стране в последние годы.

Все перечисленные выше отходы также можно классифицировать на деловые (крупнодревесные) отходы, которые по своим размерам еще пригодны для механической переработки в полезную продукцию с использованием основного деревообрабатывающего заводского оборудования, и неделовые (мелочь), которая для дальнейшего использования требует создания особых производств [1].

Состав древесных отходов и масштабы использования

По сведениям американских и канадских специалистов при лесопилении отходы составляют в среднем 60%. При этом в отходы идет лучшая, заболонная часть древесины.

Из общего количества отходов 34% приходится на трудно используемые: кору (11%), стружку (10%) и опилки (13%). Лишь 26% составляют крупномерные отходы, которые могут служить отличным сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности и производства плит.

Наибольших результатов в использовании отходов добились страны с высоко развитой лесопильно-деревообрабатывающей промышленностью, являющейся основным поставщиком отходов, такие как США, Канада, Япония и страны Северной и Центральной Европы. Этому способствовали высокий уровень концентрации и интеграции деревообрабатывающей промышленности.

Более полное использование круглого леса в сравнении с другими странами на деревообрабатывающих предприятиях США стало возможным во многом благодаря широкому внедрению окорочных станков и рубительных машин, что обеспечивает производство чистой щепы (без коры) более высокого качества, увеличивает её выход и снижает себестоимость. По объему потребления отходов Канада стоит на втором месте после США. Основное количество отходов используется в производстве целлюлозы, причем одну четверть всех используемых в целлюлозно-бумажной промышленности отходов составляют опилки благодаря внедрению метода непрерывной варки целлюлозы.

В ограниченной лесными ресурсами Швеции среди отходов преобладает древесная щепа – около 60 %, которые составляют сырьевую основу производства ДВП, а также ДСП.

В Финляндии более 85% отходов потребляется в целлюлозно-бумажной промышленности [2].

Из-за ограниченных лесных ресурсов Норвегия значительно уступает Швеции и Финляндии по объему используемых отходов, которые применяют преимущественно для производства целлюлозы. В Норвегии в равных долях отходы направляются на производство плит и целлюлозы.

Истощение сырьевой базы лесной промышленности в большинстве стран мира повысило спрос ЦБП на отходы, что повлияло в свою очередь на расширение внешней торговли отходами. Ряд стран одновременно являются экспортерами и импортерами отходов одновременно, что можно объяснить целесообразностью логистики. Только Канада не ввозит отходы, в то время как Япония только импортирует отход, причем, в больших объемах [3].

Россия практически не ввозит и не вывозит древесные отходы.

Существующие методы технологического применения древесных отходов

На заводах СССР степень использования отходов лесопильного и деревообрабатывающего производств была не высока [4]. Крупные отходы, такие как горбыль, использовались в больших объемах в шахтах и в качестве топлива.

Однако интенсивно развивались различные направления комплексного применения древесных отходов, имелся обширный опыт их использования[3]:

- из крупных отходов производство щитов, паркета, ящичной тары, бочек;
- в мебельном производстве для изготовления комплектующих деталей;
- в строительстве (изготовление кровельных и теплоизоляционных материалов);
- в производстве ДСП и ДВП, прессованных столярно-строительных изделий;
- для получения тепловой и электрической энергии (простое сжигание, пиролиз, получение газогенераторного газа);
- при доочистке сточных вод от нефти фильтрацией через древесную стружку;
- для изготовления игрушек, изделий пиротехники, корма для скота, в животноводстве как подстилку, в растениеводстве в качестве удобрения;
- для получения технологических продуктов: в химической и целлюлозно-бумажной промышленности (щавелевая кислота, этиловый спирт, дрожжи, лигносульфонаты).

К концу 90-х гг. в нашей стране существовало уже немало лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, освоивших технологию производства технологической щепы щепу для целлюлозно-бумажной промышленности из кусковых отходов лесопиления. Причем, из этих отходов, являющихся в основном заболонными частями древесины, получают более качественную целлюлозу [5].

При использовании коры, полученной в результате мокрой окорки, возникают трудности обусловленные её высокой влажностью. По этой причине, кора на наших предприятиях почти не используется и чаще всего отвозится в отвал. В то же время кора является ценным сырьем для производства дубильных экстрактов и наполнителей при получении изоляционных плит, ДСП, древесных пластиков, а в гидролизном про-

изводстве может найти применение для получения этилового спирта [4].

Использование древесных отходов в качестве источников энергии

В российской практике также есть примеры использования отходов древесины в качестве топлива. Имеются ряд успешно действующих установок как на Урале при металлургических заводах, так и в центральных районах страны.

В настоящее время на территории России созданы тысячи малых и средних лесопильных, деревообрабатывающих и мебельных малой и средней мощности.

Для переработки образующихся сравнительно небольших объемов отходов требуются энергетические установки сравнительно небольшой производительности – 500 – 1000 кг/ч [6].

Зарубежные фирмы Германии, Австрии, Финляндии и др. стран предлагают оборудование для энергетического использования древесных отходов с получением тепловой и электрической энергии. Ряд отечественных организаций готовы на значительно более выгодных условиях внедрять энергетические установки на древесном топливе, которые комплектуются из оборудования, производимого на российских предприятиях.

Общий запас древесины в России достигает почти 82 млрд. м³. Это в 4 раза больше, чем в США, в 40 раз больше, чем в Швеции и в 16 раз больше, чем в Финляндии. Пропорционально потенциально значительно более высок объем древесных отходов в отечественной лесной промышленности. По оценкам экспертов только в энергетических целях в России технически возможно использовать до 800 млн. тонн древесной биомассы ежегодно [7].

Использование коры в составе отходов лесопиления не составляют проблемы, т.к. кора усредняется в составе заболонных отходов и имеет естественную влажность. Целесообразно также использование на целлюлозно-бумажных комбинатах высоковлажных отходов от окорки древесины для энергетических целей, так как количество отходов при окорке баланса достигает 15% от общего количества потребляемого баланса [1]. Применение высоковлажной коры экономически оправдано, если процесс будет организован по определенной схеме. В короотжимном прессе влажность коры можно довести от 80-85 до 40-48%; затем, подсушив кору до 35-40%-ной влажности, ее можно использовать как топливо. Для энергетического сжигания коры рекомендуют топку скоростного горения ЦКТИ системы Померанцева или установку по газификации коры, проект которой разработан для строительства в Ленинградском лесном порту. На этой установке, помимо энергии, получают также значительное количество сопутствующих технологических продуктов (генераторная смола, литейный крепитель, уксусно-кальциевый порошок) [7].

Проблема и пути комплексного использования древесных отходов в отечественной лесной промышленности

На первом этапе развития отечественной лесопильной промышленности ставился вопрос не об использовании отходов лесопиления, а об их уничтожении, так как эти отходы загромождали территорию вокруг лесозаводов и увеличивали опасность пожара.

К сожалению, примерно также обстоят дела с отходами в настоящее время. Огромное число мелких и средних лесоперерабатывающих производств, которые создаются и ликвидируются на российской территории в течение последних двадцати лет, окружены неиспользуемыми древесными отходами, объемы которых постоянно увели-

чиваются.

При этом необходимо признать, что за этот период практически утрачен широко накопленный передовой научно-технический и промышленный опыт комплексного использования древесины [4] и ее отходов в результате ликвидации большинства прикладных научно-исследовательских и конструкторский отраслевых институтов потери кадрового потенциала специалистов.

Увеличивающийся дефицит на лесобумажные товары во многих странах, в том числе в России, ставят перед лесной и деревообрабатывающей промышленностью задачу наиболее полного использования древесных отходов.

Экономическая выгода предлагает несколько направлений применения древесных отходов в настоящее время.

На крупных деревообрабатывающих предприятиях и целлюлозно-бумажных комбинатах отходы могут быть использованы полностью в инфраструктуре самих предприятий для получения дополнительной продукции (разные виды прессованных плитных материалов) и в качестве топлива.

Проблемным является использование отходов мелких и средних предприятий.

Целесообразность передачи отходов на большие предприятия для энергетического или технологического применения определяется соображениями логистики.

Использование отходов мелкого предприятия на месте, как правило, не экономично, поскольку объем отходов недостаточен для организации устойчивого рентабельного производства.

Одновременно возникает проблема энергетического обеспечения вновь создаваемого производства для переработки отходов.

Решение проблемы использования отходов малых и средних предприятий заключается в кооперации и создании совместных технологических и энергетических предприятий, приближенных к источникам образования отходов.

В этом случае комплексного подхода производство технологической продукции будет иметь надежное автономное энергетическое обеспечение.

В Свердловской области ежегодно прирастает 15 млн. куб. низкосортной лиственной древесины, являющейся дровяным топливом.

Если считать, что доступность этого сырья составляет 30% от этого объема, то общая мощность вновь созданных энергетических объектов составит 740 МВт.

Для Свердловской области, где сельские поселения расположены на лесных территориях, энергетический потенциал лесной промышленности, основанный на древесном топливе, целесообразно использовать преимущественно для развития сельского хозяйства области.

Значительная часть полученной энергии может быть направлена также на создание новых деревообрабатывающих производств, в том числе для получения новых видов технологической продукции из отходов лесопиления и деревообработки, которых накапливается ежегодно в области около 450 тыс. куб.м.

Для решения проблемы комплексного использования древесных отходов нужен проектный квалифицированный инжиниринг, который позволит увязать все оборудование в энерго-технологический цикл с общим управлением и развитой системой логистики.

Библиографический список

1. Демьянов В.В. Пути использования отходов древесины. Изд-во «Химия» Рига –1963, 79 с.
2. Петрова О.В., Рапопорт А.М. Использование отходов деревообработки за рубежом. Обзорная информация. Серия V.M. , ЦНИИТЭИМС – 1975, 24 с.
3. Парфенов В.И. «Утилизация отходов лесной промышленности». Изд-во «Уральский рабочий» М. – 1993, 59 с.
4. Давиденко П.А. Комплексное использование отходов древесины в мебельной и деревообрабатывающей промышленности. М. Изд-во «Лес. промышленность»–1967, 86 с.
5. Пушкин Ю.А., Авксентьев М.П., Бурсин Е.Е. Щепка из отходов лесопиления». Изд.-во «Лес. промышленность» М.–1971,168с.
6. ЛесПромИнформ , 3 (25).– 2005, г. Санкт-Петербург, Изд-во «Премьер», 125 с.
7. Биоэнергетика, 2.– март-май 2006 г., Санкт-Петербург, Изд-во «Белл», 63 с.

Старжинский В.Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

СПЕЦИФИКА АКУСТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ *SPECIFICITY OF ACOUSTIC PROBLEMS IN A PULP AND PAPER INDUSTRY*

В статье приводится анализ проблем снижения шума, специфичных для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, которые усложняют их решение.

Ключевые слова: шумовые характеристики оборудования, звукопоглощающие облицовки, шумовой режим, волноводное распространение шума.

Вопросы борьбы с шумом в целлюлозно-бумажной промышленности имеют свою специфику.

Целлюлозно-бумажные предприятия представляют собой громадный комплекс рабочих корпусов, оснащенных множеством машин и механизмов основного и вспомогательного оборудования; насыщенность производственных помещений и плотность расстановки оборудования чрезвычайно велики, что с точки зрения акустического комфорта являются недопустимым и в значительной мере затрудняет ведение работ по ограничению шума и его вредного воздействия на занятых в производстве людей.

Непрерывность основных технологических процессов производства бумаги и картона, трехсменная с полной нагрузкой работа технологического оборудования, большие габариты оборудования (бумаго- и картоноделательные машины, окорочные барабаны, линии по переработке бумаги в изделия и т.д.) затрудняют получение информации о шумовых характеристиках оборудования и проведения производственных испытаний шумоглушающих устройств. Часто проведение исследований возможно только во время остановки цехов на профилактические ремонты оборудования. Все это делает задачу определения шумовых характеристик достаточно сложной. Существующие методы определения шумовых характеристик не исчерпывают всего многообразия дан-

ной проблемы. Назрела настоятельная необходимость разработки стандартов по методам измерения шумовых характеристик сложных технологических комплексов, какие представляют бумаго- и картоноделательные машины.

Шумовые характеристики машин играют большую роль при их сбыте. Бесшумность является рекламным аргументом. На предприятиях ЦБП велика номенклатура импортного оборудования. Поэтому необходимо при заказе оборудования у иностранных фирм, в контракте оговаривать требования к его шумовым характеристикам, чтобы оборудование по акустическим параметрам соответствовало лучшим мировым образцам. Однако, в этом вопросе имеются серьезные недостатки из-за отсутствия специалистов-акустиков в комиссиях по приемке оборудования. Так, например, при закупке меловальной установки финской фирмы «Юльхявааре» для Крюковской фабрики технических бумаг не были поставлены условия по ограничению шума. В результате, после пуска установки уровни звук в рабочей зоне достигли 105 дБА, хотя на аналогичных меловальных установках других фирм шум значительно ниже.

Размеры основных цехов предприятий ЦБП чрезвычайно велики. Например, главный корпус Братского ЛПК имеет размеры в плане 500х96 м; Котласского ЦБК – 400х140 м; Усть-Илимского целлюлозного завода – 1000х250 м. Это делает применение звукопоглощающих облицовок экономически и акустически нецелесообразным. Затрудняет применение облицовок и то обстоятельство, что многие рабочие зоны расположены в зоне преобладания прямого звука, причем на низких частотах они находятся в ближнем звуковом поле, которое описывается не волновыми уравнениями, а подчиняется законам гидродинамики. Опыта применения локальных звукопоглощающих облицовок на ограждающих поверхностях оборудования в помещениях большого объема пока еще нет. Это одна из задач будущих разработок по шумопоглощению в ЦБП строительными-акустическими методами.

В отдельных цехах предприятий имеют место тяжелые температурно-влажностные режимы. Опыта применения в таких условиях традиционных звукопоглощающих материалов не имеется.

Характерной особенностью шумового режима предприятий ЦБП является также то, что часто шум распространяется на селитебную территорию. Это, в частности, относится к мощным вакуумным установкам. Учитывая трехсменный режим работы установок, раздражающее действие этого шума очень велико. Низкочастотный шум вакуум-насосов распространяется без затухания на большие расстояния. Например, на фабрике технических картонов «Пролетарий» (г. Сураж) шум выхлопа вакуум-насосов прослушивается на территории жилой застройки, расположенной на расстоянии двух километров от фабрики.

Волновое распространение шума является характерным для оборудования ЦБП. Причем, источники шума, изучающие в каналы, устанавливаются группами, что в сочетании с особенностями конструкции каналов приводит к сложным волновым эффектам (биение, увеличение изучаемой мощности).

В целом, развитие отрасли протекает таким образом, что ни один из вновь строящихся или расширяемых объектов в точности не аналогичен другому. Многие оборудование изготавливается по индивидуальным проектам. Все это требует при разработке мероприятий по снижению шума индивидуального подхода в каждом конкретном случае.

Борьба с шумом оборудования ЦБП тесно переплетается с проблемой охраны природы, которая на предприятиях ЦБП из-за специфических условий технологии стоит особенно остро. Внутриагрегатная борьба с загрязнениями, например, применение полностью герметизированного оборудования, наряду с сокращением количества выбросов позволяет снизить уровни излучаемого оборудованием шума, при условии соблюдения при этом требований промышленной акустики.

Перечисленные особенности, присущие ЦБП, делают задачу снижения шума оборудования достаточно сложной.

Библиографический список

1. Старжинский В.Н. Борьба с шумом в целлюлозно-бумажной промышленности/ В.Н. Старжинский, В.К. Ким, А.Д. Лебедев, А.С. Лукашевич. – М.: Лесная промышленность, 1974.- 168 с.

Старжинский В.Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА С УДАРНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ

TO ISSUE ON OPPORTUNITY OF CONSTRUCTING OF ACOUSTIC MODELS OF PULP AND PAPER INDUSTRY EQUIPMENT WITH IMPACT TECHNOLOGICAL LOADS

Рассмотрена возможность использования энергетического метода описания процессов распространения звуковой вибрации в сложных корпусных конструкциях для построения акустических моделей оборудования целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих производств.

Ключевые слова: источники шума, корпусные конструкции, звуковая вибрация, энергетический метод, ударный шум, частоты собственных колебаний.

Многие источники шума на предприятиях лесного комплекса представляют собой комбинации угловых соединений пластин различной или равной толщины, образующие замкнутые объемы в виде кожухов рабочих органов машин, и подвергающиеся ударным нагрузкам.

С позиции теории колебания они представляют собой сложные колебательные системы, строгий расчет звукового поля которых практически невозможен.

К таким источникам шума на предприятиях лесного комплекса относятся рубительные машины, окорочные барабаны, молотковые мельницы, а также такие конструктивные элементы машин и оборудования, как загрузочные и пересыпные лотки.

Практически ни один из этих источников шума нельзя аппроксимировать элементарными излучателями (монополь, диполь).

Причиной шума этого оборудования являются колебания поверхностей, находящихся под действием ударов обрабатываемого материала (чаще всего древесины). Это- обечайка окорочного барабана, боковая стенка кожуха диска рубительной маши-

ны, стенки кожуха молотковой мельницы, стенки загрузочных лотков окорочных барабанов, рубительных машин и т.д.

Основным типом волн, распространяющихся из зоны удара и определяющих величину излучаемой звуковой мощности при колебаниях этих конструкций, являются изгибные волны. Другие типы упругих волн (продольные, волны Рэлея) на звукоизлучение указанных конструкций влияния практически не оказывают.

Строгое теоретическое описание излучения звука реальными конструкциями машин на современном этапе развития технической акустики не представляется возможным.

Рассмотрим энергетический метод описания процесса распространения звуковой вибрации в сложных корпусных конструкциях, лежащий в основе инженерных методов решения задач снижения структурного шума, и экспериментальную проверку возможности его использования в задачах расчета вибрационных полей в реальных конструкциях оборудования.

Энергетический метод позволяет описать процесс распространения упругих колебаний в сложной конструкции при помощи системы алгебраических или простых дифференциальных уравнений. При этом каждый обособленный элемент конструкции рассматривается обобщенно и характеризуется средней колебательной скоростью.

В работе [1] рассмотрено распространение изгибных волн в панелях здания в предложении диффузного поля вибрации на каждой панели. Условие энергетического баланса для отдельных панелей записывается в виде системы уравнений.

$$\left(\sum_{j=1}^{j=n} \alpha_{ij} + \beta_i \right) u_i = \sum_{j=1}^{j=n} \alpha_{ji} u_j + \sum_{k=0}^{k=m_i} w_{ik}$$

где $\alpha_{ij} = \frac{c_i \cdot l_{ij} \cdot \tau_{ij}}{\pi}$; $\alpha_{ji} = \frac{c_i \cdot l_{ij} \cdot \tau_{ji}}{\pi}$; $\beta_i = \eta_i \omega s_i$,

$i = 1, 2, \dots, n$;

c_i, c_j – групповые скорости изгибных волн на i -й и j -й панелях;

l_{ij} – общая часть контура между i -й и j -й панелями;

τ_{ij}, τ_{ji} – коэффициенты прохождения (по энергии) изгибных волн через угловые соединения i -й и j -й панелей;

η_i – коэффициент потерь i -й панели;

s_i – площадь i -й панели;

n – число всех панелей;

m_i – число источников на i -й панели;

w_{ik} – мощность каждого из источников;

u_i, u_j – средняя плотность энергии i -й и j -й панели.

Первый член в левой части системы учитывает уход энергии через контур из рассматриваемой панели в сопряженные с ней панели. Второй член характеризует рассеяние энергии при колебаниях панели за счет внутренних потерь. Правая часть системы определяет поток энергии от сопряженных панелей и от внешних источников, действующих на данную панель.

Применение метода В. Вестфаля [1] к расчету реальных конструкций оборудования лесного комплекса требует его уточнения, т.к. в исходных предпосылках указанного метода принят ряд весьма существенных упрощающих допущений.

Первое допущение – о полной диффузности вибрационных полей на каждой панели – является довольно грубым приближенным к реальным условиям.

Вторым допущением схемы Вестфаля является то, что пластины в жестких угловых соединениях полагаются полубесконечными. Коэффициенты прохождения изгибных волн τ вычисляются по формулам для полубесконечных пластин при нормальном падении изгибной волны, а в реальных конструкциях энергообмен происходит в пластинах конечных размеров.

Кроме того, в реальных угловых соединениях, не являющихся абсолютно жесткими, возможна трансформация изгибных волн в продольные.

Правомочность использования всех этих приближений для реальных конструкций оборудования лесного комплекса должны быть обоснованы.

С этой целью были проведены экспериментальные исследования вибрационных полей и коэффициентов прохождения изгибной волны через соединения реальных плоских элементов оборудования лесного комплекса.

Как указывалось выше, источниками ударного шума оборудования, чаще всего служат кожухи рабочих органов рубительных машин, молотковых мельниц. Размеры этих кожухов имеют размеры от 1 до 3 м в диаметре и толщину стенок от 4 до 10 мм.

Были изготовлены две экспериментальные секции кожухов, представляющие собой сварные коробчатые конструкции из листовой стали. Одна секция имела наружный радиус 0,7 м, внутренний – 0,12 м. Вторая секция имела соответственно размеры 1,4 и 0,24 м. Выбор этих размеров был обусловлен тем, что в указанные интервалы входят все типоразмеры кожухов рубительных машин и молотковых мельниц. Толщина листов кожухов была 4 и 8 мм.

Исследуемая секция устанавливалась на фундамент, а сверху устанавливалось ударное устройство.

В результате исследований установлено, что средний по площади уровень колебательной скорости практически не зависит от точки приложения ударной нагрузки. Отклонение уровней колебательной скорости, измеренных в различных точках по площади, от среднего значения не превышает 3 дБ. Причем максимальные отклонения наблюдаются на высоких частотах. На низких частотах уровни во всех точках практически одинаковы.

На рисунке 1 представлены графики снижения уровней вибрации при прохождении изгибных волн через стыки пластин кожуха, полученные экспериментально, и вычисленные по коэффициенту прохождения изгибной волны через угловое соединение двух полубесконечных пластин [3]. Цифрой 1 на рисунке 1 обозначен график для меньшего кожуха, цифрой 2 – для большего кожуха.

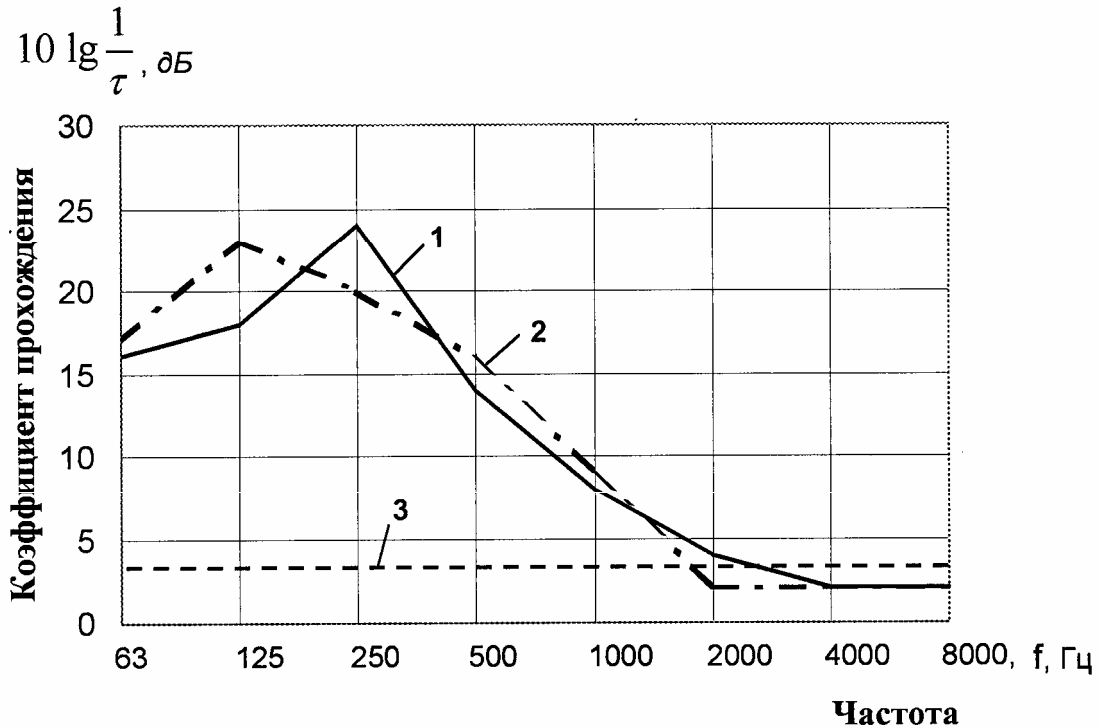


Рисунок 1 – Снижение уровней виброскорости при переходе изгибных волн через угловое соединение пластин (1, 2 – эксперимент; 3 – расчет)
1 – толщина пластины 8 мм; 2 – толщина пластины 4 мм

Как видно на рисунке 1 коэффициент прохождения изгибных волн (по энергии) через угловые соединения пластин по схеме Вестфала частотно независим. Реальные же коэффициенты прохождения в значительной степени зависят от частоты (особенно в низкочастотной области). Разница в расчетных и действительных значениях виброизолирующего эффекта углового соединения пластин на некоторых частотах достигается 20 дБ.

Это объясняется следующими обстоятельствами.

При ударном возбуждении пластины колебания ее происходят на собственных частотах. Конечность размеров пластин обуславливает малую плотность собственных частот в низкочастотной области спектра. В табл. приведены частоты собственных колебаний пластин экспериментальных кожухов для первых трех собственных форм, вычисленные приближенным методом. [2].

Как видно из таблицы, в первой нормируемой октавной полосе (63 Гц) находится только две частоты собственных колебаний для меньшей модели кожуха при толщине пластины 4 мм и только одна собственная частота для пластины 8 мм. В следующих двух октавных полосах число собственных частот возрастает до 2-3. С увеличением площади пластины число собственных частот несколько выше, но во всех встречающихся в реальных машинах случаях в первых трех октавных полосах плотность собственных частот чрезвычайно мала. О резонансных свойствах вибрационных полей пластин экспериментальных кожухов на низких частотах говорит и характер узкополосных спектров вибраций (рис. 2).

Таблица – Частоты собственных колебаний пластин экспериментальных кожухов при различных формах собственных колебаний

№ пп	Форма колебаний		Толщина пластины			
	Число узловых диаметров	Число узловых радиусов	4 мм		8 мм	
			Наружные радиусы пластин			
			0,7 м	1,4 м	0,7 м	1,4 м
1	1	1	27,5	7	55	14
2	1	2	68,5	17,1	137	34
3	2	1	72	21	152	37
4	2	2	109	27,5	219	55
5	1	3	137	69	275	138
6	2	3	178,75	89	357	198
7	3	1	154	76	294	158
8	3	2	184	94	378	208
9	3	3	246	123	492	247

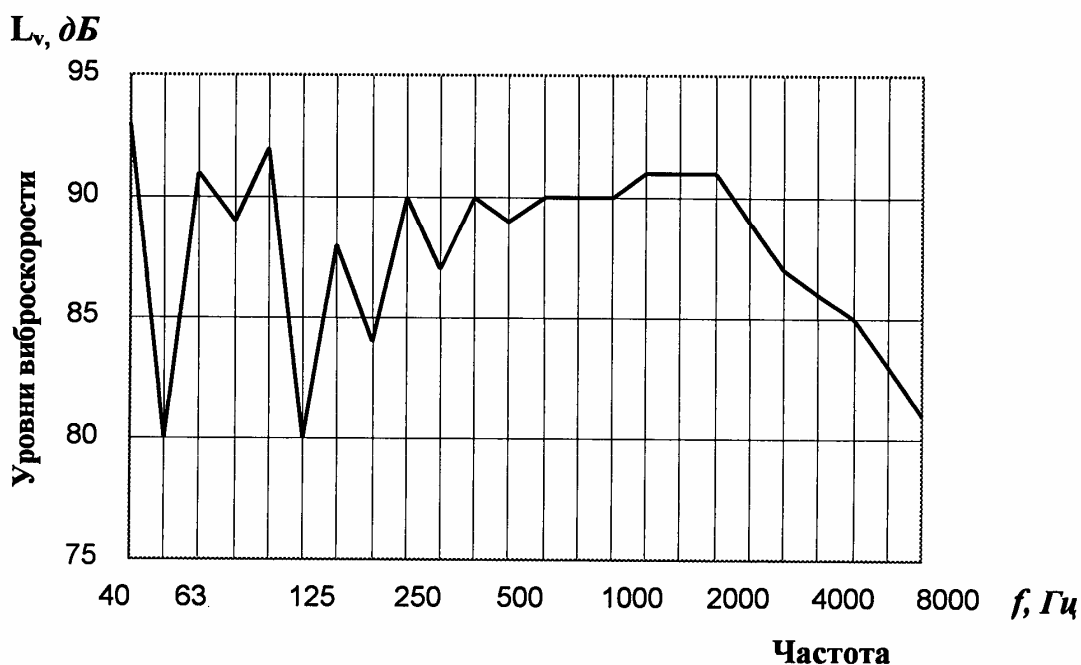


Рисунок 2 – График спектра виброскорости основной пластины экспериментального кожуха в 1/3 - октавных полосах частот

Сопряженные с основной пластиной элементы также в виду конечности размеров имеют на низких частотах дискретный характер собственных частот. Причем, эти собственные частоты не совпадают с собственными частотами основной пластины. В результате этого колебательная энергия основной пластины, сосредоточенная, в основном, на собственных частотах, при переходе через жесткое соединение на сопряженный элемент возбуждает колебания этого элемента на резонансных частотах, что приводит к большой разнице в уровнях колебательных скоростей основной и сопряженной пластин на этих частотах.

На высоких частотах резонансные свойства пластин сглаживаются (рис. 2), интервалы между собственными частотами пластин сокращаются и средние в октавных полосах частот коэффициенты прохождения изгибных волн через жесткие соединения

пластин становятся равными коэффициентам, вычисленным по схеме Вестфаля полубесконечных пластин.

Подводя итог полученным результатам, можно отметить следующее:

- энергетический метод не применим для расчета вибрационных полей тонкостенных элементов конструкций оборудования лесного комплекса в области низких частот из-за резонансного характера этих полей;

- в области высоких частот расчет коэффициентов прохождения изгибных волн возможен по методике Вестфаля.

Библиографический список

1. Westphal W. Fusbereitung von Korpershall in Gebauden – Akustische Beihefte, 1957, Heft 1, b.335-348
2. Гонткевич В.С. Собственные колебания пластинок и оболочек. - Киев: Науковая думка, 1964, 288 с.
3. Справочник по технической акустике: Пер.с нем./Под ред. М. Хекла и Х.А. Мюллера. – Л.: Судостроение, 1980, 438 с.

Чумарный Г.В. (УГЛТУ, Екатеринбург, РФ) s09t@yandex.ru

К ОЦЕНКЕ ФАКТОРА НАДЁЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ *TO THE ESTIMATION OF RELIABILITY FACTOR BY MODELING OF SAFETY AND HEALTH MANAGEMENT SYSTEM AT THE WOOD- PROCESSING ENTERPRISE*

Наличие эффективной системы управления охраной труда (СУОТ) на предприятии является необходимым условием для обеспечения безопасности производственных процессов. Таким образом, СУОТ - это неотъемлемый элемент системы обеспечения безопасности жизнедеятельности на деревообрабатывающем предприятии. Целям качественного осуществления управленческой функции СУОТ служит моделирование производственных процессов на всех уровнях. При моделировании СУОТ должны учитываться многообразные структуры и процессы присущие ей[1].

В качестве основного объекта моделирования выступают производственные факторы (ПФ), характерные для деревообрабатывающего предприятия и определяющие условия труда, среди них важное место занимает фактор надёжности производственного оборудования.

Безопасность объекта (деревообрабатывающего или лесопромышленного предприятия) тесно ассоциируется с понятием устойчивости функционирования технических систем, т.е., когда в регламентированных условиях производства любое изменение в допустимых пределах факторов технологического процесса не приводит к выходу ни одного из показателей и параметров надёжности, производственной и экологиче-

ской опасности за пределы установленные в нормативно-технической, конструкторской и технологической документации. Устойчивость в большой степени зависит от надёжности производственного оборудования.

Определим понятие надёжности на основании нормативных документов как «свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования» (ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения); заметим также, что надёжность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ связана с функцией распределения $F(t)$ и плотностью распределения $f(t)$ наработки до отказа:

$$F(t) = 1 - P(t); f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt}$$

Наряду с понятием "вероятность безотказной работы" часто используют понятие "вероятность отказа", которое определяется следующим образом: это вероятность того, что объект откажет хотя бы один раз в течение заданной наработки, будучи работоспособным в начальный момент времени.

Для оценки надёжности широко используется вероятность отказа – это вероятность возникновения сбоя в работе системы за определенный промежуток времени.

Вероятность отказа в течение времени t определяют по формуле

$$Q(t) = 1 - P(t) = F(t)$$

Также полезно использовать функцию интенсивности отказов, которая описывает вероятность отказа в течение малого промежутка времени (если отказ не наступает в начале временного промежутка): $h(t) = f(t)/(1 - F(t))$.

При проведении моделирования приходится использовать значения величин полученных в результате обработки данных полученных в результате наблюдения за конкретным производственным участком, станком, приспособлением и т.п. Анализ здесь, как правило, осложняется наличием так называемых цензурированных наблюдений, т.е. ситуаций, когда за время наблюдения не происходит отказа.

Можно заключить, что адекватная математическая модель системы обеспечения безопасности жизнедеятельности на деревообрабатывающем предприятии должна содержать оценку фактора надёжности технологического оборудования, полученную с учётом цензурирования, осуществлённого соответствующим образом (например: цензурирование типа I или типа II, левое или правое). Это позволит облегчить достижение целей экономии средств, оптимизации затрат, прогнозирования нежелательных последствий, и т.д.

Библиографический список

1. Чумарный Г.В. Подход к применению математического моделирования при создании эффективной системы управления охраной труда на предприятии [Текст] / Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2008», том 3. Технические науки. – Одесса: Черноморье, 2008. – 88с.

Проблемы профессионального образования и инжиниринга в деревообработке

Жарский И.М., Федоренчик А.С. (БГТУ, г. Минск, РБ)

root@bstu.unibel.by, fedor@bstu.unibel.by

РОЛЬ БГТУ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА

THE ROLE BSTU IN TRAINING ENGINEERS FOR TIMBER INDUSTRY

Официальная статистика свидетельствует о сравнительно невысокой доле лесного сектора экономики Республики Беларусь во внутреннем валовом продукте (ВВП), которая составляет 4...4,5%, в том числе лесное хозяйство 1...1,5%. Но следует учесть, что при определении доходности лесного хозяйства учитывается только реализуемая на рынке продукция производства, но не учитывается ресурсная и средообразующая роль лесов. Не находит пока оценки ежегодный прирост лесов – около 30 млн. м³ в год. Занижается удельный вес лесного сектора в национальном ВВП и вследствие низкой попенной платы, которая ниже аналогичной средней цены в европейских странах с рыночной экономикой в 4–6 раза. По оценке специалистов удельный вес лесов в составе национального богатства доходит до 10%.

Вместе с тем, лесные ресурсы вполне могут составить основу экономического развития страны. Так, экспортный потенциал Беларуси, с учетом ее лесистости (38,1%), уже к 2015 году может составить 10–12 млн. м³ древесины в переводе на круглый лес. На каждого жителя страны приходится 0,79 га лесов и 150 м³ древесного запаса, что практически в 2,2 раза выше среднеевропейского уровня. Преобладающими породами являются сосна (50,2%), береза (22,6%), ель (9,8%). Средний возраст лесов 49 лет.

Организационную структуру лесного комплекса страны определяют главным образом предприятия Министерства лесного хозяйства при Совете Министров Республики Беларусь (95 лесхозов) и 58 организаций, входящих в состав Белорусского производственно-торгового концерна лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (концерн «Беллесбумпром»). Сегодня в лесном комплексе занято около 100 тыс. человек (2,65% от численности занятых в народном хозяйстве), из них около 38,8 тыс. человек – в лесном хозяйстве и около 61,2 тыс. человек – в лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

Рубки главного пользования в основном выполняются предприятиями концерна «Беллесбумпром» и Министерства лесного хозяйства. Рубки промежуточного пользования проводятся предприятиями Министерства лесного хозяйства. Ожидается, что среднегодовые объемы заготовки ликвидной древесины в 2011–2015 гг. составят 19 млн. м³ (в том числе по главному пользованию 10,3; по промежуточному – 8,7).

В Беларуси динамично развивается процесс сертификации лесов на соответствие международным стандартам (по Схеме Лесного Попечительского Совета – FSC). По национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь сертифици-

ровано почти 4,2 млн. га лесного фонда. Завершение сертификации всех лесов Минлесхоза предусмотрено к 2011 году.

Современный этап развития лесного сектора экономики, происходящий в условиях экономических преобразований в государстве, характеризуется техническим и технологическим перевооружением отраслей, интенсификацией лесохозяйственного и лесопромышленного производства в направлении обеспечения многоцелевого комплексного устойчивого использования лесных ресурсов, сохранения биологического и ландшафтного разнообразия лесов, усиления их экологических и социальных функций. Это обуславливает необходимость проведения научно-обоснованной политики их кадрового обеспечения лесных отраслей с учетом реальных и вероятных изменений в производственной и социальной сфере.

Подготовку специалистов для лесного сектора с высшим образованием в республике осуществляет Белорусский государственный технологический университет, один из старейших технических вузов Беларуси. Он начал свою деятельность в 1930 году в Гомеле, как Лесной институт. Переименованный в 1935 году в Белорусский лесотехнический институт им. С.М. Кирова в годы войны (1941–1944 г.г.) он был эвакуирован в г. Свердловск и вошел в состав Уральского лесотехнического института. В 1945 году он был переведен в г. Минск, а в 1961 г. в связи с организацией подготовки специалистов для химической промышленности он реорганизован в Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова.

В 1980 г. за высокие заслуги по обеспечению страны квалифицированными инженерными и научными кадрами институт был награжден орденом Трудового Красного Знамени, и в 1988 г. Минвузом СССР отнесен к числу ведущих вузов Советского Союза.

Фундаментальная подготовка специалистов всех уровней, а также расширение профиля института стали основой его преобразования в 1993 г. в Белорусский государственный технологический университет. В 2005 г. ему присвоен статус ведущего учебного заведения Республики Беларусь в области лесного хозяйства, химической промышленности и полиграфии, а в конце 2007 года в г. Ашхабаде решением глав правительств Содружества Независимых Государств университету придан статус базовой организации государств-участников Содружества Независимых Государств по образованию в области лесного хозяйства и лесной промышленности.

В настоящее время БГТУ является крупным, динамично развивающимся многопрофильным учебно-научным центром. Практически весь интеллектуальный потенциал предприятий лесного комплекса Беларуси, отраслевой и академической науки составляют выпускники БГТУ. Подготовив более 30 тысяч инженеров, университет ежегодно дает путевку в жизнь около 1600 своим воспитанникам, из которых 650 пополняют ряды специалистов в лесном комплексе. Сейчас среди сотрудников и преподавателей БГТУ 9,7% докторов наук и профессоров, 57,1% кандидатов наук и доцентов.

Университет ведет подготовку по 27 специальностям и 57 специализациям. Для организации и проведения учебной и научно-исследовательской работы функционируют 10 факультетов, 47 кафедр и 5 научно-исследовательских лабораторий. Учебный процесс, в том числе с использованием нашей базы – Негорельского учебно-опытного лесхоза, мы строим так, чтобы каждый ученый был педагогом, а каждый преподаватель ученым. Подготовка научно-педагогических кадров высшей квалификации (докторов и

кандидатов наук) по лесному профилю осуществляется через аспирантуру по 18 специальностям. В университете действует 5 Советов по защите кандидатских и докторских диссертаций. Ведется подготовка бакалавров и магистров. Ежегодно в университете защищается от 20 до 30 кандидатов наук и 1–3 доктора наук. Кадры готовятся на факультетах: лесного хозяйства; технологии и техники лесной промышленности; инженерно-экономическом; технологии органических веществ; химической технологии и техники; издательского дела и полиграфии; заочном.

Для организации и проведения научно-исследовательских работ в БГТУ сформированы и действуют крупные научные подразделения, которые из-за отсутствия в Республике Беларусь ряда отраслевых НИИ выполняют их функции. В университете сложились и успешно функционируют 14 научно-педагогических школ. На базе БГТУ работают два Учебно-методических объединения вузов Республики Беларусь: «по образованию в отраслях природопользования и лесного хозяйства» и «по химико-технологическому образованию». Университет располагает 22 учебно-лабораторными, научно-производственными корпусами, 9 общежитиями, 11 спортивными залами и площадками.

Несмотря на то, что действовать приходится в условиях жестких, прежде всего, финансовых ограничений, можно констатировать, что университет развивается эволюционным путем.

За последние годы удалось:

- практически вдвое увеличить число обучаемых, превысив уровень 13 тыс. человек;
- открыть 14 новых специальностей и 8 специализаций в рамках традиционных специальностей;
- разработать второе поколение типовой учебно-методической документации и осуществлять координацию деятельности высших технических учебных заведений республики по всему комплексу задач в рамках профильных двух учебно-методических объединений;
- перейти к университетскому типу высшего образования и созданию гибкой многоуровневой, приближенной к международным критериям, системы подготовки кадров;
- развить систему довузовского и последипломного образования и повышения квалификации специалистов;
- реализовать непрерывную систему образования: школа – вуз – магистратура – аспирантура – докторантура;
- расширить возможность получения и сократить государственные средства на подготовку специалистов за счет внедрения платного образования;
- значительно укрепить сотрудничество университета с предприятиями республики и партнерами по СНГ и дальнему зарубежью, увеличить объем финансирования НИР по сравнению с 2000 г. в 3,5 раза, в том числе по государственным программам в 4,6 раза;
- создать 28 учебно-научно-производственных центров с ведущими промышленными предприятиями и научными центрами республики, многие из которых представляют предприятия лесного комплекса;

- последовательно с темпами обновления около 15% в год, развивать материальную базу, в том числе за счет внебюджетных средств, объем которых в университете вырос примерно в 8 раз. Так, в 2008 году приобретено уникального дорогостоящего оборудования на сумму более 1 млн. долларов США;

- расширить парк современных персональных компьютеров (одна ПЭВМ приходится на 5 студентов), смонтировать оптико-волоконную линию с целью обеспечения доступа к ресурсам глобальной компьютерной сети INTERNET и создать внутреннюю сеть; установить спутниковое телевидение;

- создать собственную полиграфическую базу, позволяющую осуществлять издание учебников, монографий, учебно-методических пособий, трудов БГТУ по 7 сериям;

- разработать и внедрить систему управления качеством образования в соответствии с требованиями стандартов ИСО серии 9000.

Все научные разработки направлены на развитие устойчивого многоцелевого лесопользования; повышение эффективности работы предприятий, выпуск новой импортозамещающей продукции; решение экологических проблем; утилизацию отходов, в том числе и в энергетических целях; разработку новых материалов, машин и ресурсосберегающих технологий (семейство лесных машин на базе тракторов МТЗ и автомобилей МАЗ; автоматизированные измерительные комплексы на базе лазеров малой мощности и инфракрасных осветителей; информационная система управления лесным хозяйством Беларуси; новые марки комплексных удобрений, новые виды клеевых композиций для производства бумаги, антисептики, пигменты широких областей применения) и др.

Несмотря на созданное, проблемное поле остается широким.

Сегодня ни ученые, ни практики не имеют однозначных ответов на ряд важных вопросов: что именно закладывать в фундамент подготовки специалиста – выпускника университета XXI века? Этот фундамент тот же, что был 30 и 20 лет назад? Или в нем должны быть заложены основы новой профессиональной культуры выпускника университета, включающей следующие составляющие: информационную (компьютерную), правовую, политическую, экономическую, экологическую, языковую, без которых, видимо, немислим современный специалист с высшим образованием? В каком объеме и в какой форме это содержание должно быть представлено в фундаментальном университетском образовании, как оно должно сочетаться с традиционно понимаемой фундаментальностью подготовки непосредственно в сфере профессиональной деятельности специалиста с высшим образованием? Ведь уменьшение времени на инженерное образование может привести к:

- опасности техногенных катастроф;

- утрате позиций промышленного развития страны, технической и технологической отсталости;

- свертыванию прикладных научных исследований как основы совершенствования техники и технологий.

Как оптимально обеспечить обновление содержания и технологии обучения с одновременным переходом к многоуровневой подготовке кадров? Как при этом учитывать новые возможности реформируемой средней школы? Как обеспечить учебный процесс нормативно-методической документацией в соответствии с требованиями но-

вых образовательных стандартов, с возрастающими объемами самостоятельной работы студентов? Как усилить результативность привлечения в вузы талантливой молодежи? Как подготовить специалистов, способных не только жить, работать, принимать нестандартные решения в условиях неопределенности, но и создавать технические проекты и технологии будущего? Как лучше решать вопросы повышения их квалификации?

Жизнь настоятельно требует расширения международного сотрудничества в реализации совместных образовательных программ лесных вузов. И мы надеемся, что участие во II Евро-Азиатском лесопромышленном форуме будет содействовать развитию высшего лесохозяйственного и лесотехнического образования и в Беларуси и на Урале.

Черемных Н.Н., Рогожникова И.Т. (УГЛТУ г. Екатеринбург, РФ)

ОБ ОДНОМ ИЗ ПУТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВООБРАЖЕНИЯ *ABOUT ONE OF THE WAYS OF THE SHAPING TO COMPETENCIES OF THE SPATIAL IMAGINATION*

Стремление нашей молодежи даже в условиях смены общественного строя, когда приоритеты сдвинуты в сторону менеджмента, экономики, юриспруденции, получать техническое образование, необходимо поддерживать, начиная с первого семестра. Ведь практически любому молодому человеку ясно, что появление мобильной связи, малогабаритных и переносных компьютеров, многооперационных машин в лесопромышленном комплексе, высокоскоростных бумагоделательных машин в ЦБП и т.д. и т.п., что здесь воплощены идеи и знания конструкторов, технологов и научных работников, обслуживающих «технарей».

Крайне негативная тенденция, когда к нам в УГЛТУ на инженерные специальности и направления приходят люди, изучавшие азы черчения в 15-17% случаях, заставляют кафедру искать новые методические подходы к преподаванию вроде бы устоявшихся дисциплин, как начертательная геометрия и машиностроительное черчение.

Компьютерная технология решения предметных задач стала неотъемлемой частью развивающихся предметных областей знаний. Различные направления системных междисциплинарных исследований оказались взаимосвязаны единой наддисциплинарной методологией, которая, став своеобразной прикладной философией, отразилась в современной системологии - области решения системных задач средствами интеллектуальных компьютерных технологий [1].

Компьютерной (машинной) графике в УГЛТУ, как и в ведущих ВУЗах авиационного, машиностроительного, строительного профилей предшествует традиционное «ручное» черчение (1-2 семестра), а начало геометро-графической подготовки – в начертательной геометрии. Не одно поколение инженеров отмечало про себя высокий уровень абстрактности изучаемого материала по начертательной геометрии.

Основная цель при переходе от начертательной геометрии к черчению (машиностроительному или строительному) – сформировать компетенции пространственного

воображения. Часто встречающиеся в наше время слово «компетенция» в переводе с латинского «comptentia», означает круг вопросов, в которых человек хорошо осведомлен, обладает познаниями и опытом.

Профессионально – значимые компетенции формируются в ходе изучения различных дисциплин. Начертательная геометрия является важной компонентой базовой общеинженерной подготовки, закладывающей фундамент профессионального образования специалиста.

Форма большинства сложных и ответственных деталей, узлов машин, оборудования образовано комбинацией различных тел, расположенных в пространстве так, что поверхности их пересекаются между собой (детали и узлы станков, корпуса бункеров, циклонов, врезки в пневмотранспортных системах, приемники станков, отсосы-сметки, корпуса центробежных вентиляторов и т.д. и т.п.). Поэтому важным этапом конструирования таких изделий является определение границ исходных поверхностей, которыми и являются линии их взаимного пересечения.

Кропотливая графическая работа радует студента, когда он по своему чертежу, вырезав развертку, склеив ее, получает объемный схематический макет (рисунок).

Это, по нашему мнению, помогает в формировании компетенции пространственного мышления у обучающихся на инженерных направлениях.



Библиографический список

1. Горшков Г.Ф. Системология геометрических знаний в опережающем развитии геометрического образования современного инженера / Сборник материалов 1-ой международной конференции «Проблемы геометрического моделирования в автоматизированном проектировании и производстве» // М., МГИУ, 2008г., с. 408-412.

Черемных Н.Н., Тимофеева Л.Г., Арефьева О.Ю., Загребина Т.В.
(УГЛТУ г. Екатеринбург, РФ)

КОМПЕТЕНТНОСТЬ И МОБИЛЬНОСТЬ В ПРАГМАТИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

COMPETENCE AND TRANSPORTABILITY IN PRAGMATIC APPROACH IN ENGINEERING GRAPH

Смена приоритетов и социальных ценностей при капитализме оказывает влияние и на современную ситуацию в подготовке специалистов технического профиля. А это требует изменения стратегии и тактики обучения, уже начиная с первого семестра.

Даже при главенствующей роли в современном обществе экономистов и юристов, никто не будет возражать против того, что основу всех преобразований и сейчас,

при любых видах собственности, составляет инновационная высокотехнологичная инженерная деятельность, Общество весьма сильно зависит от своих ученых и инженеров; опираясь в своих решениях на их достижения, оно постоянно требует от них творческих идей, т.к. в развивающемся обществе рождается потребность иметь «изделие» (инженерный термин при любой разработке) с более новыми или значительно лучшими параметрами и характеристиками.

Окружающая нас действительность XXI века требует, чтобы главными характеристиками выпускника нашего ВУЗа являлись его компетентность и мобильность. Отсюда, уже на 1–2 семестре работы со студентами преимущественно технологических специальностей, заметен так называемый прагматический подход, когда они считают необходимым приобретение только практических навыков и умений, освоения только тех дидактических единиц, которые, по их мнению, потребуются в дальнейшем при приеме на работу.

Так, к примеру, нередко высказывания по поводу скуки и отсутствия интересов в способах преобразования чертежа заменой плоскостей проекций, вращением вокруг проецирующих прямых, при изучении плоских кривых линий и т. д. Приходится на конкретном примере (есть чертеж гидро или пневмоцилиндра, когда цилиндр в узле наклонен к двум плоскостям проекций; есть чертеж вешалки на трех ножках – опорах) – надо определить истинное расстояние между шарнирами крепления цилиндра или амортизатора; истинную длину ножек. Вот вам и использование метода прямоугольного треугольника, метода перемены плоскостей проекций; метода плоскопараллельного перемещения; метода вращения вокруг проецирующей прямой или вокруг линий уровня.

Рассматривая сечение конуса плоскостями, переходим на аналогию гиперболических и параболических очертаний пиломатериалов при оптимизации их раскроя из бревна, горбыля.

Однополосный гиперboloид вращения (при вращении гиперболы вокруг ее мнимой оси) – форма струи пара при паровом уплотнении технологической щепы в варочных котлах в целлюлозно-бумажном производстве.

Таким образом, начиная с 1 семестра, у технологических специальностей есть начало формирования профильных компетенций.

Посещая выставки деревообрабатывающего оборудования, продукции деревообработки, преподаватели черпают для себя примеры задач, тем самым мобильно реагируют на изменения в конструкциях наших машин и технологических процессов.

Используя 2D и 3D - компьютерные технологии, преподаватели знакомят студентов, беря примеры – задачи из отрасли [1,2].

Библиографический список

1. Арефьева О.Ю. Использование объемного моделирования при разработке документации столярных изделий методом 3D - технологии / Урал промышленный - Урал полярный: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. Сборник материалов международной научно-технической конференции / Екатеринбург, УГЛТУ, 2007, с.129-131.

2. Черемных Н.Н. Примеры реализации компьютерной 3D - технологии с учетом профессиональной направленности инженерно-графических дисциплин / Черемных Н.Н., Арефьева О.Ю. // Современные проблемы науки и образования. Издание РАЕ, М., 2007, №3, с. 78-79.

**СОДЕРЖАНИЕ
THE MAINTENANCE**

К участникам симпозиума	3
Проблемы менеджмента и конкурентоспособности предприятий лесного комплекса в условиях современного кризиса	
Безрукова Т.Л., Попова Л.А. Антикризисные меры повышения конкурентоспособности мебельных предприятий на основе маркетинговых инструментов Anti-recessionary measures of competitiveness increasing of the furniture enterprises on the basis of marketing tools	4
Безрукова Т.Л. Управление конкурентоспособностью предприятия в условиях современного кризиса Enterprise competitiveness management in modern crisis conditions	8
Белозёрв И.Л., Дорошенко В.А., Кибякова С.И. Состояние и перспективы развития лесопромышленного комплекса Приморского края Conditions and prospects of Primorye timber industry complex development	11
Вырко Н.П. Проблемы транспортного освоения лесных массивов в условиях интенсивного ведения лесного хозяйства Problems of transport development of forest ranges in the conditions of intensive forest management	16
Горбунова Г.А. Резервы развития предприятий лесного комплекса в условиях современного кризиса The development reserves of forest enterprises in case of modern crisis	20
Джанунц Ю.А. Интерактивная карта инвестиционных проектов в лесопромышленном комплексе свердловской области Interactive map of investment projects in timber industry in Sverdlovsk's region	22
Зотов Ф.П. Достижение стратегической цели предприятия посредством внедрения современных концепций производственного управления Achievement of the plant strategical goal by means of modern methods of industrial management	24
Ледницкий А.В. Развитие лесной биоэнергетики в республике Беларусь Development of wood bio-energetics in the republic of Belarus	27
Медведев С.О., Ляпкина Е.В., Соболев С.В., Степень Р.А. Эффективное использование сырьевых ресурсов как фактор конкурентоспособности предприятий лесного комплекса в современных условиях Raw materials resources effective using as competitiveness factor of timber industry complex in modern conditions	38
Мехренцев А.В., Мехренцева А.А. Стратегическое планирование работы лесного комплекса свердловской области The strategy planning of the timber industry complex development in Sverdlovsk area	44
Набиева Ю.Р., Сысоева С.А. Прогноз организации малого предпринимательства в лесохимическом производстве The forecast of small business organization in the wood chemical industry	48
Папулов Е.С. Особенности лесной сертификации в международных рыночных отношениях Forest certification features in the international market relations	52

Першин В.П., Бирюков П.А., Кузьмина М.В. Ресурсы пиловочного сырья как производная величина от технологии лесозаготовок Saw raw materials resources as derivative rate from the logging technology	55
Прешкин Г.А. К вопросу об устойчивом лесопользовании на Урале To the problem on forest exploitation in Urals region	58
Хаматуллина С. Р. Стимулирование развития малого бизнеса The stimulation of small-scale business development	63
Хотянович А.И. Оптимизация лесосечного фонда с применением географических информационных систем The optimization of fund forest harvesting with application of MapInfo	65
Бессонов А.Б., Хаматдинов М.А. Актуальные аспекты состояния лесопромышленного комплекса России Actual aspects of the condition of the timber industry complex of Russia	72
Otakar Němec, Martin Šikýř Unemployment and overindebtedness: special issues of the labour market in the period of the economic crisis	77
Vlastimil Karel Vyskočil Facility management – effective management of supportive processes	82
Vlastimil Karel Vyskočil Facility management in synergi of ppp	93

Новые технологические решения в заготовке, переработке и отделке древесины

Бетковский В.В., Гиндулин И.К., Дедков А.А., Пономарев О.С., Юрьев Ю.Л. Зависимость показателей качества березового древесного угля от температуры пиролиза Dependence of birch charcoal quality factors on final temperature of pyrolysis	106
Варанкина Г.С., Брутян К.Г. Совершенствование технологии изготовления древесностружечных плит The formation of the low toxility particle board	110
Ветошкин Ю.И., Мялицин Ан.В., Самойленко А.П. Перспективы создания материалов на основе древесных отходов Respective of creation materials based on wooden wastes	113
Ветошкин Ю.И., Мялицин Ан.В. Структура композиционного рентгенозащитного материала плитотрен The structure of composite x-ray protection material plitotren	117
Ветошкин Ю.И., Шейкман Д.В., Корелин Д.В. Модифицирование мягколиственных пород древесины для паркетных изделий Modification of soft-deciduous species of wood for parquet articles	122
Газеев М.В., Тихонова Е.В. Исследование режимных параметров пленкообразования полиуретановых лакокрасочных покрытий при аэроионизации Research of condition parameters of film-forming process of polyurethane paint-and-lacquer coatings at air ionization	126
Глебов И.Т. Точность и качество деревянных фрезерованных поверхностей Accurasy and quality of the wooden milled surfaces	129
Глухих В.Н. Дифференциальные уравнения для цилиндрически анизотропного тела с учетом найденных соотношений между независимыми постоянными упругости Differential equations for cylindrical anisotropic solid subject to betweenness relation independent constants of resilience	136

Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е., Гороховский А.А. Модель потенциала влагопереноса агента сушки The model of transfer moisture potential of drying agent	141
Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е., Гороховский А.А., Петров М.С., Баженов А.А. Эффективные режимы низкотемпературной сушки пиломатериалов Effective ways of low temperature timber drying	145
Денисов С.В., Русаков Д.С. Исследование адгезионных свойств модифицированных клеевых композиций Acetylated gluten compositions adhesive properties research	151
Иванов Б.К. Специфика проведения испытаний древесных композиционных материалов методом газового анализа на российских предприятиях. Разработка проекта ГОСТ Р EN 717-2 Specificity of carrying out wood composite materials tests by method of the gas analysis at the Russian enterprises. The project of GOST P EN 717-2	159
Ковалев Р.Н., Хорошилов Е.В. Использование концепций SOA в оптимизации транспортных систем лесных предприятий Use of SOA conception in optimization of transport systems of the foresters enterprises	165
Мазалов Ю.А., Морозов В.А., Юрьев Ю.Л. Мобильный комплекс для автономного обеспечения дизельным топливом The mobile complex for autonomous providing diesel fuel	167
Новоселов В.Г., Полякова Т.В. О влиянии припуска на точность обработки при продольном фрезеровании древесины About influence of a thickness on accuracy of longitudinal wood planing	169
Прешкин Г.А., Ханбекова О.А. Эффективность вывозки и производства круглых лесоматериалов двумя альтернативными системами машин The productive efficiency of round timber and removal by two alternative machine systems	175
Совина С.В. Отделка древесных материалов модифицированным пентафтальевым лаком Wood-base materials finishing modified alkyd varnish	177
Терин А.А., Бирюков П.А., Кузьмина М.В. Опыт рационализации производства в малом лесопилении Experience of rationalization of production in small timber sawing	180
Уласовец В.Г. Корректировка величин оптимальных размеров досок при распиловке бревен Correction of magnitudes of board optimum sizes at the log sawing	183
Уласовец В.Г. Номограмма для определения оптимальных размеров досок при расчете поставов Nomograph for the optimum sizes determination of boards at calculation of sawing schedules	187
Уласовец В.Г., Чудинов А.Е. Расчет поставов с использованием вычислительной техники Calculation of sawing schedules with use of computing machinery	194
Ушакова С.Ю., Хусаинов И.А. Анализ процесса выделения смолы на поверхность древесины The allocation resin process analysis on wood surface	198
Федоренчик А.С., Жарский И.М. Перспективные технологии, машины и оборудование для заготовки, транспортировки и складирования древесного топлива Advanced manufacturings, machines and equipment for logging, transportation and storage of fuel wood	202

Филонов А. А., Ткачева О. А., Журавлева Ю. С. Новые технологии облицовывания древесно-стружечных плит строганым шпоном New technologies pressing particleboard plates white the sliced veneer	209
Чамеев В.В., Еремеев А.А. Основные технологические и экономические показатели работы однопоточных потоков лесоперерабатывающих цехов с головным станком Р63-4Б и область их применения Main technological and economic factors of the work one-line flows of wood shops with head tool R63-4Б and area of their using	214
Чамеев В.В., Еремеев А.А., Терентьев В.В. Синхронизация работы станков в технологических потоках лесоперерабатывающих цехов по раскрою круглых лесоматериалов на пилопродукцию The tool work synchronizing in technological flows of wood shop on sawing round lumbers on sawn product	221
Шамаев В. А., Воскобойников И. В., Щелоков В. М. Достижения и проблемы модифицированной древесины Achievement and problems of modified wood	224

Деревообработка в малоэтажном и индустриальном домостроении

Карапетян М.А., Раевская Л.Т. Экологически чистые теплоизоляционные материалы в деревянном домостроении Pollution-free felt woolen materials in wooden housing construction	236
Кошкин А.В., Стрижаков Д.С. Скоростная и энергоэффективная сушка древесины с использованием низкотемпературного режима и домостроительных панелей «ЭКОПАН» High-speed and energetically effective drying of wood with low temperature condition using of a mode and structural insulated panels «ECOPAN»	239
Курьянова Т.К., Платонов А.Д., Мильцин А.Н., Перегудов В.И. Возможность использования радиочастотно-кондуктометрических датчиков дистанционного контроля перепада влажности при сушке древесины для деревянного домостроения The use of apparatus-programme complex of the remote contactless operative wood moisture control in the process of convective	243
Трофимов С.П., Кузьмич Н.С. Трехслойные строительные щиты с торцовым наполнителем из древесины Triplex construction plates with filler from crosscutted wood	247
Mazzoli Andrea The construction technology evolution with the purpose of energy consumptions reduction and safety increase in wooden house-building in Italy	249

Прогрессивное деревообрабатывающее оборудование и инструмент

Васильченко П.С., Майшев А.В., Фролова М.И., Швырева Я.И. Теоретические исследования вынужденных поперечно-изгибных колебаний трубчатых валов бумагоделательных машин The theoretical studies of the forced transversely flexural oscillations of the tubular shafts of the paper machines	252
--	-----

Гаранин В.Н. Энергетическая составляющая процесса фрезерования древесины	
Energy component of process of wood planing	256
Глебов И.Т. О связи периода стойкости стеллитированных пил с режимом пиления	
About communication of the period saws firmness of with the cutting mode	263
Глебов И.Т. О снижении энергопотребления при продольном пилении древесины круглыми пилами	
About power consumption decrease at longitudinal cutting of wood by circular saws ..	269
Глебов И.Т. Современные методы расчета режимов резания древесины	
Modern methods of calculation of modes of wood cutting	275
Гришкевич А.А. Расчет на прочность лезвия дереворежущего инструмента от действия изгибающей силы	
Account on strength of edge woodcutting tool from activity of curving force	281
Исаков С.Н. Обоснование применения численных методов расчета при проектировании вихревых очистителей	
The basis the using the numerical analysis for besigning the whirlers	288
Кузнецов А.И., Еловикова Ю.В. Новосёлова М.В. Торцевая фреза-электродвигатель деревообрабатывающего станка	
The face-milling cutter electromotor of woodworking machine	294
Кузнецов А.И., Еловикова Ю.В. Разработка и применение мобильного измерительного устройства для исследования динамических процессов в деревообрабатывающем оборудовании	
The development and application of the mobile measuring device for research of dynamic processes in woodworking equipment	295
Кузнецов А.И., Сабитов Р.З. Рубанок с электродвигателем-ножевой головкой	
The plane with electromotor-cutterhead	303
Куцубина Н.В., Калимулина Т.В., Перескоков И.В. Определение динамических характеристик сложных валов бумагоделательных машин	
The determination of the dynamic characteristics of the complex shafts of the paper machines	304
Лукаш В. Т., Гриневич С. А. Исследование технологической стойкости твердосплавных дисковых пил с попеременно-косым профилем зубьев при обработке ламинированных древесностружечных плит (ДСтП)	
Examination of technological firmness of hard disk saws with alternately-slanting the profile of teeth at processing of the laminated wood particle boards	308
Мальцев И.Ю., Шабалин Л.А. Привод питателя с улучшенными эксплуатационными показателями	
Drive of the feeder with the improved operational indicators	313
Новоселов В.Г., Абдулов А.Р. Исследование износостойкости стальных и неплетачиваемых твердосплавных ножей при продольном фрезеровании древесины	
Research of wear resistance of knives at longitudinal planing of wood	315
Пашков В.К., Захаров А.В. Расчет сил резания фрезерно-обрезных станков	
The cutting force calculation of chipper-edger	320
Раевская Л.Т. Аналитические расчеты конструктивных параметров	
Analytical calculations of the design parameters	324
Раевская Л.Т. Шаги математического моделирования и оптимизация в комплексе ANSYS	
Mathematical model`s steps and optimization in the ANSYS complex	326

Рудак П.В. Силовые показатели процесса обработки древесностружечных плит осциллирующим концевым фрезерным инструментом Power dates of process of machining of the plane wood-base materials by means of the vibrating end milling instrument	329
Сафонов А.О. Энергосберегающие адаптируемые системы управления промышленными установками для тепловой обработки древесных материалов Energy saving adaptive system in management of plant equipment for heating process of wood materials	335
Сулинов В.И., Гороховский А.К., Щепочкин С.В. Модернизация централизованных прямоточных аспирационных установок по удалению древесных отходов Reengineering of centralized uniflow aspiration installations for wood waste disposal ..	339
Сулинов В.И., Щепочкин С.В., Гороховский А.К., Кузнецов А.И. Повышение точности установки насадных дереворежущих фрез Accuracy setting increasing of arbor-type milling cutter for wood	342
Швец А.В., Раевская Л. Т. Обоснование геометрических параметров манипуляторной машины средствами математического моделирования The substantiation of overall dimensions of a base part manipulator machine by means of mathematical modeling	346

Проблемы безопасности и экологии в переработке древесины

Глебов И.Т. Сопротивление тканевого фильтра аспирационной системы Resistance of textil filter of aspiration system	350
Малюшова Е. В., Гамрекели М. Н. Условия эффективного обеспыливания воздуха рабочих зон деревообрабатывающих производств The conditions for effective dust maintenance decrease in the working zones air of wood manufactures	358
Сидорик Д. Е., Гамрекели М. Н. Современные подходы к рациональному использованию древесных отходов The modern approaches to rational use of the wood wastes	361
Старжинский В.Н. Специфика акустических проблем в целлюлозно-бумажной промышленности Specificity of acoustic problems in a pulp and paper industry	366
Старжинский В.Н. О возможности построения акустических моделей оборудования лесного комплекса с ударными технологическими нагрузками To issue on opportunity of constructing of acoustic models of pulp and paper industry equipment with impact technological loads	368
Чумарный Г.В. К оценке фактора надёжности производственного оборудования при моделировании системы обеспечения безопасности жизнедеятельности на деревообрабатывающем предприятии To the estimation of reliability factor by modeling of safety and health management system at the wood-processing enterprise	373

Проблемы профессионального образования и инжиниринга в деревообработке

Жарский И.М., Федоренчик А.С. Роль БГТУ в подготовке инженерных кадров для лесного сектора The role BSTU in training engineers for timber industry	375
--	-----

Черемных Н.Н., Рогожникова И.Т. Об одном из путей формирования компетенции пространственного воображения About one of the ways of the shaping to competencies of the spatial imagination	379
Черемных Н.Н., Тимофеева Л.Г., Арефьева О.Ю., Загребина Т.В. Компетентность и мобильность в прагматическом подходе в инженерной графике технологических специальностей Competence and transportability in pragmatic approach in engineering graph	380

ДЕРЕВООБРАБОТКА:

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА

ТРУДЫ IV МЕЖДУНАРОДНОГО ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА

Под научной ред. В.Г. Новоселова

ISBN 978-5-94984-261-4



9 785949 842614

Размножено с готового оригинал-макета ООО «Портофортуна»:
г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 7. 100 экз.