

**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
III МЕЖДУНАРОДНОГО
ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА**

УДК 674

Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды III международного евразийского симпозиума / Под научной ред. В.Г. Новоселова – Екатеринбург, 2008. – 261 с.

ISBN 978-5-94984-203-4

В книгу трудов включены доклады III международного евразийского симпозиума “Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века”, проходившего с 30 сентября по 3 октября 2008 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 исследователей 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.

Дизайн обложки: Вараксина В.А.

Статьи помещены в книгу без правки и редактирования

ISBN 978-5-94984-203-4 © Уральский государственный лесотехнический университет

К УЧАСТНИКАМ СИМПОЗИУМА

Дорогие коллеги!

Во всех развитых странах деревообработка является весьма доходным бизнесом, что обусловлено особенностями сравнительно короткого и недорогого процесса переработки экологичного сырья в готовую высокотоварную потребительскую продукцию. Это обеспечивает устойчивый спрос, создает предпосылки эффективного ведения производства и делает заманчивым инвестирование. Отсюда – повышенный интерес к разнообразным проблемам, связанным с организацией деревообрабатывающего производства, к новым технологическим решениям и перспективным видам инструмента и оборудования.

Стало уже традицией обсуждать эти проблемы в кругу научных и производственных специалистов из городов европейско-азиатского континента в осенние дни на уральской земле, объединяющей две части света. Организованный в 2006 году по инициативе ученого совета факультета механической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета международный евразийский симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» был поддержан в Правительстве Свердловской области, в Уральском союзе лесопромышленников, в Уральском НИИ переработки древесины, в Российской академии естественных наук, в Международной академии экологии и безопасности, Ассоциации «Древмаш», Ассоциации деревянного домостроения, в Белорусском государственном технологическом университете и в ряде других организаций. В рамках симпозиума был организован информационный Интернет-сайт <http://symposium.forost.ru>, на котором представлены все подготовленные материалы, организован форум участников и гостей.

Второй симпозиум проходил 2-5 сентября 2007 года уже совместно с III межрегиональной специализированной выставкой "Деревянный дом. Технологии, оборудование, инструмент. Дерево в интерьере" в выставочном центре культурно-спортивного комплекса «Россия». Высокий уровень подготовки и интерес, проявленный участниками выставки к данному мероприятию, предопределили решение о проведении осенью 2008 года Европейско-азиатского лесного форума, в рамках которого центральным событием будет III симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века».

Международный евразийский статус симпозиума подтвержден соответствующим составом Программного комитета и кругом его участников. В программу симпозиума включено 58 докладов, подготовленных 87-ю авторами, представляющими как кафедры всех факультетов Уральского государственного лесотехнического университета, так и ряда российских и зарубежных организаций, в том числе: Уральского НИИ переработки древесины, Института химии твердого тела УрО РАН, Уральского государственного технического университета - УПИ, Сибирского государственного технологического университета, Белорусского государственного технологического университета, Тихоокеанского государственного университета (Хабаровск), ООО «Научно-внедренческий центр «ГеоС» (Н.Новгород), ООО «СЕНЕЖ-ПРЕПАРАТЫ» (Москва). Впервые круг участников симпозиума шагнул за океан и охватил другой континент: свою статью в сборник трудов представил директор Канадского центра жилья Технологического института Британской Колумбии Уэйн Стивенс.

Наряду с симпозиумом в программе форума пройдут: 4-я специализированная выставка «ДЕРЕВЯННЫЙ ДОМ. ДЕРЕВООБРАБОТКА. ДЕРЕВО В ИНТЕРЬЕРЕ»; презентация проекта «Уральский лесной технопарк»; круглый стол «Сортиментные технологии - основа повышения производительности труда в лесном комплексе»; круглый стол: «Биотехнологии: Лесная энергетика и энергосбережение»; Биржа деловых контактов; конкурс операторов манипуляторных машин.

Оргкомитет симпозиума благодарит все организации, поддержавшие проведение симпозиума, ректорат университета, деканат и заведующих кафедрами факультета механической технологии древесины УГЛТУ за содействие в проведении и участие в симпозиуме.

*М.В. ГАЗЕЕВ,
зам. декана по науке ФМТД (УГЛТУ)*

*В.Г. НОВОСЕЛОВ,
проректор по экономике и работе
с персоналом УГЛТУ,
Зав. кафедрой станков и
инструментов (УГЛТУ)*

Проблемы менеджмента деревообрабатывающих предприятий и взаимоотношений предпринимателей с властью

Бирюков П.А., Сысоева С. А., Ефремова Н.В.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ОРГАНИЗАЦИЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЛЕСОПИЛЕНИИ

ORGANIZATION OF SMALL LUMBERMILL ENTERPRESES

Экономическое развитие страны во многом предопределяет уровень развития малого бизнеса, который в свою очередь зависит от политики государства. Курс экономических преобразований в РФ нацелен на развитие всех форм собственности, но при приоритетном участии в хозяйственной деятельности малых предприятий. Президент РФ и Правительство неоднократно заявляли о необходимости эффективного развития малого предпринимательства [1]. По мнению Президента РФ Д. А. Медведева, к 2020 г. в малом бизнесе России должно быть занято не менее 65% трудоспособного населения. Более того, представители законодательной и исполнительной власти нацеливают малый бизнес на инновационное развитие, призывая предпринимателей к внедрению инноваций в сфере технологий. Осуществление повсеместной организации малых предприятий, характеризующихся высокой степенью инновационности, сопряжено с множеством проблем. Среди главных трудностей можно отметить следующие: наличие административных барьеров, несовершенство налоговой системы и кредитной политики, изношенность оборудования. Вопросу технической оснащённости малых предприятий следует уделить особое внимание. Внедрение инноваций и высоких технологий невозможно на базе устаревшего оборудования, а в ряде случаев – и обновленного. Ведь обновление основных фондов – это далеко не всегда выход на новый технологический уровень, инновационность. Зачастую старое оборудование и машины заменяются на такие же, только новые, с прежней технологической основой.

Рассматривая проблемы лесопромышленного комплекса, специалисты постоянно заявляют о необходимости развития глубокой переработки древесного сырья. Несмотря на то, что Россия обладает четвертью мирового лесного фонда, на ее долю приходится лишь 3% мирового рынка продуктов глубокой переработки. Лишь 15% - 20% древесины в России подвергается глубокой переработке, в то время как в скандинавских странах этот показатель достигает 85% [2].

При рассмотрении проблемы организации малого предпринимательства в высокотехнологичных производствах лесного комплекса предложена классификация лесопромышленных производств по уровням техноэкономического облика в зависимости от сложности производственных операций и степени воздействия на предмет труда [3]. Классификация дает возможность принципиально иных подходов при изучении данной проблемы, позволяет оценить, насколько эффективна организация малого предпринимательства в производствах того или иного техноэкономического облика. В

представленной статье рассмотрены условия эффективной организации лесопромышленных производств на примере одного из самых распространенных - лесопиления. В качестве объекта исследования выбрано виртуальное деревообрабатывающее предприятие, аналог одного из реально действующих в Свердловской области, производящее обрезные пиломатериалы и пиломатериалы специального назначения, оснащенное оборудованием относительно новым, организованное с учетом всех обременений инфраструктурного характера. При моделировании производственных процессов в лесном комплексе такое предприятие соответствует характерной хозяйствующей единице в малом лесном бизнесе. На примере исследуемого предприятия построены проектные макеты с целью выявления условий эффективности организации малого лесопиления. Оптимальным вариантом считается способ организации малого предприятия, при котором достигается максимальный годовой экономический эффект, а численность персонала не превышает установленного законодательством лимита – 100 человек.

Для обоснования эффективности организации малого предприятия лесопиления проектные макеты детализированы. Детализация проектных макетов общего характера такова:

а) исследование выполнено применительно к Уральскому региону, зона лесов III группы; в районе местонахождения предприятия развита промышленная и аграрная деятельность;

б) малое предприятие с позиции его классификации по типам относится к предприятиям комбинированного типа, то есть сочетающего в себе наряду с лесопилением лесозаготовки;

в) производство организовано с учетом всех обременений инфраструктурного характера;

г) продукция малого предприятия доставляется потребителям по смешанным схемам, то есть частично автотранспортом предприятия во двор потребителя, автотранспортом предприятия к железной дороге ОАО «РЖД» и самовывозом;

д) предприниматель при организации производства не прибегает к коммерческим кредитам, полностью рассчитывая на свои финансовые ресурсы.

При расчетах по проектным макетам варьированы характеристики распиливаемого сырья. С целью определения влияния такого фактора, как объем пиловочных бревен, проектные макеты разработаны для двух ситуаций. Первая ситуация – после раскряжевки хлыстов диаметры пиловочных бревен равны 20 и 32 см на первом и втором технологических потоках лесоцеха, вторая ситуация – диаметры бревен равны 28 и 36 см соответственно. В каждой ситуации рассмотрены проектные макеты, построенные в зависимости от годового объема производства пиломатериалов.

На рисунке 1 представлена численность работников малого предприятия для двух ситуаций. На лепестковой диаграмме по осям указаны объемы производства в лесопилении по сырью и шкала численности работников малого предприятия при крупномерном пиловочном сырье и относительно мелком. Расчеты показали, что для обеих ситуаций характерна меньшая по сравнению с установленным лимитом численность (исключение – объем производства по сырью 12,5 тыс.м³ при диаметре пиловочных бревен – 20 и 32 см).

Далее рассмотрена зависимость себестоимости продукции и выручки от объема производства (рис. 2) и динамика годового экономического эффекта (рис. 3).

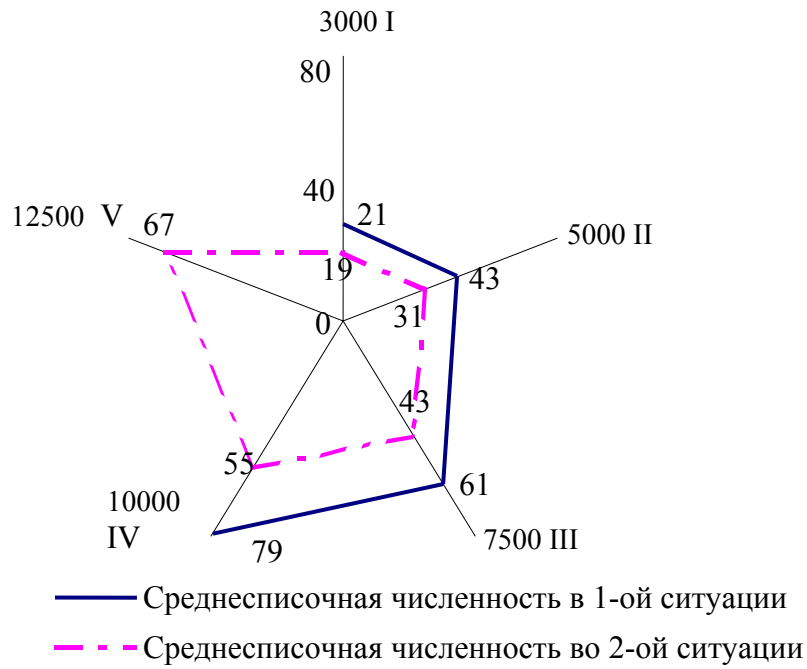


Рисунок 1 – Динамика численности персонала в зависимости от условий организации малого лесопильного предприятия

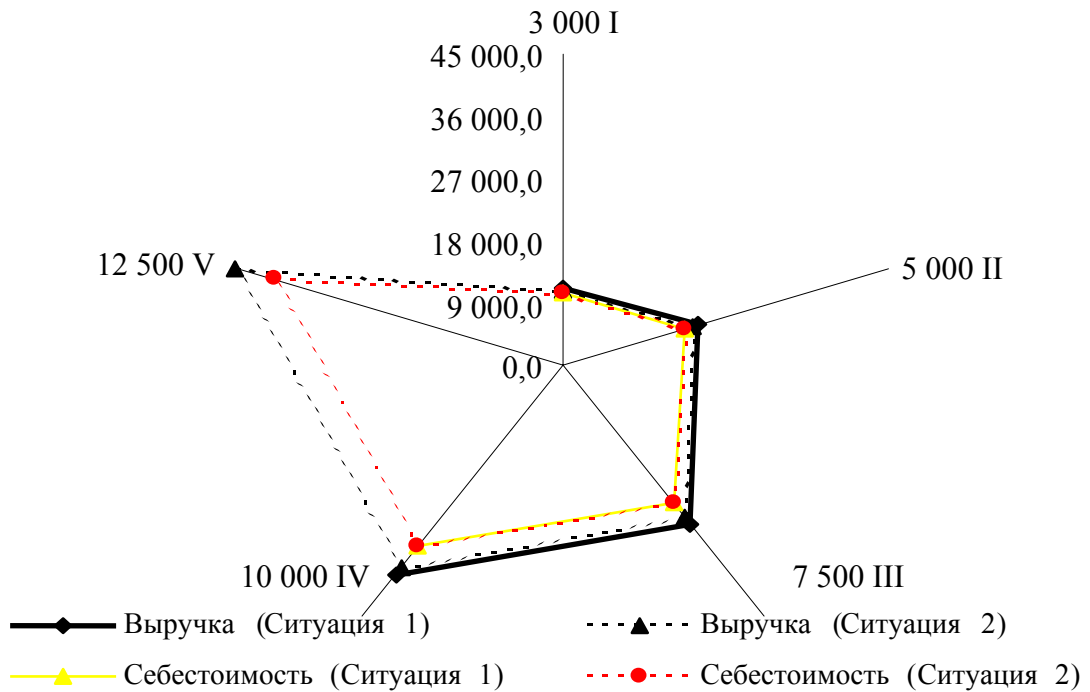


Рисунок 2 – Зависимость показателей себестоимости продукции и выручки от объема производства по сырью на малом лесопильном предприятии

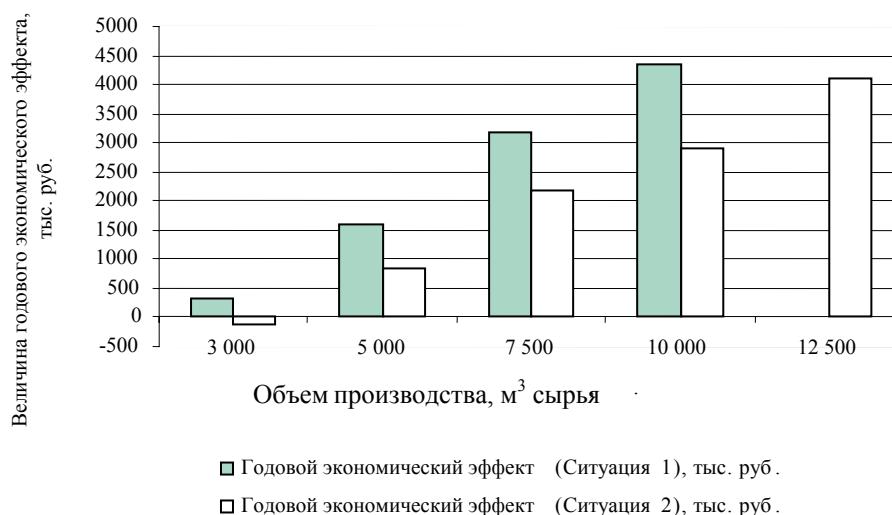


Рисунок 3 – Зависимость годового экономического эффекта деятельности малых лесопильных предприятий в зависимости от объемов производства (по сырью) и характеристик распиливаемого сырья

Характеристики распиливаемого сырья оказывают существенное влияние на экономические результаты деятельности рассматриваемого предприятия. Так, для проектных макетов первой ситуации величина годового экономического эффекта у предприятия превышает такой же показатель для второй ситуации.

В настоящее время в конкретном предприятии (основе при разработке проектных макетов) по меркам малых лесных предприятий поддерживается средний объем лесопиления. Годовой объем переработки сырья составляет 5 тыс.м³; имеются ресурсы для наращивания объема производства. Очевидно, что важнейшей целью лесопромышленного производства является достижение максимальной эффективности, а не наращивание объемов переработки сырья.

Выводы:

1. Макетное моделирование осуществлено на основе серийно изготавливаемого оборудования при условии имеющихся свободных трудовых ресурсов в регионе. Материальная база предприятия позволяет реализовать один из наиболее эффективных вариантов развития малого предприятия.

2. Для производств II уровня техноэкономического облика (производство пиломатериалов, шпал, ящичной тары, техщепы) отсутствуют какие-либо существенные препятствия для организации малых предприятий в обжитых зонах Уральского региона. Эффективность малого предпринимательства в таких производствах очень высока, даже с учетом обременений инфраструктурного характера.

3. Эффективность малого предпринимательства в лесопилении обусловлена следующими факторами: удаленностью от центров потребления, спросом на продукцию, технической новизной применяемых в лесопилении технологических схем, характеристиками сырья.

4. Несмотря на то, что лесопильное производство объективно невозможно охарактеризовать как высокотехнологичное, тем не менее, такие производства при грамот-

ном подходе восприимчивы к техническим новшествам и нуждаются в современных технических решениях.

Библиографический список

1. Федеральный закон № 209-ФЗ от 24.07.07 г. «О развитии малого и среднего предпринимательства в РФ».
2. Российская газета. № 76 (4633) от 09.04.2008 г. Инвестор в лесах. Дремучих. Д. Волков.
3. Бирюков, П.А. Научеомкость лесопромышленных производств – виртуальная или реальная трактовка термина? [Текст] / Труды II международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века / П.А. Бирюков, С.А. Сысоева. Екатеринбург, 2007. 306 с.
4. Дежина И., Киселева В. «Вопросы экономики» - №12/2007 «Тройная спираль» в инновационной системе России».
5. «Лесная газета» - №32 от 26.04.2008 года. «Правительство обсудило концепцию развития ЛПК».

Бирюков П.А., Сысоева С.А., Пундолов В. Г.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

ESTIMATION OF THE EFFECTIVE ORGANIZATION CONDITIONS OF SMALL BUSINESS BY MANUFACTURE OF FURNITURE

В последние несколько лет интерес к малому бизнесу как со стороны государственной власти, средств массовой информации, так и со стороны общественности существенно возрос. На малое предпринимательство возлагаются большие надежды как на неотъемлемую составляющую эффективной экономики. Более того, курс развития малого бизнеса приобрел «инновационную» направленность. «В России сейчас очень остро стоит задача дальнейшего развития экономики, и сейчас важно, как органы государственной власти, бюджетные средства могут помочь бизнесу осуществить инновационные проекты. Если раньше мы думали о том, как нам обеспечить функционирование рынков, то сейчас мы ставим перед собой другие приоритеты – инновационные технологии. Малый бизнес здесь играет очень важную роль» [1].

Рассматривая в данном направлении вопросы организации и развития малого бизнеса в лесном комплексе, отмечаем, что на первый план выступает вопрос о правомерности применения терминов «высокие технологии», «инновационность», «научеомкость» и др. по отношению к лесопромышленным производствам. Данный вопрос авторами подробно рассмотрен, предложена классификация лесопромышленных производств по степени их сложности и уровню техноэкономического облика [2].

В статье рассмотрены условия эффективной организации предприятий третьего техноэкономического облика на примере производства мебели. В качестве объекта исследования принято виртуальное мебельное предприятие в Уральском регионе, производящее корпусную мебель, оснащенное современным импортным оборудованием, являющееся типичным примером предприятий «новой волны» в малом бизнесе. Рассматриваемое предприятие не имеет различного рода обременений, но, тем не менее, на его примере можно построить проектные макеты, с помощью которых, варьируя факторы производства, затем установить совокупность условий, при которых данный малый бизнес эффективен. Оптимальным вариантом организации малого бизнеса принят такой, при котором достигается максимальный экономический эффект, а численность персонала не превышает установленного законодательством лимита – 100 человек [3].

С учетом поставленной цели рассмотрены две ситуации – при наличии и отсутствии «обременения» предприятия производственной инфраструктурой. Первоначально рассмотрены ситуации на проектных макетах, исходя из следующего: малое предприятие организовано со всеми обременениями инфраструктурного характера (трансформаторная подстанция, паросиловое хозяйство, сети водопровода и канализации, транспортное хозяйство и т. д.). На II этапе исследования изучены малые предприятия, организованные на условиях аренды площадей промышленных предприятий (т. е. без обременения инфраструктурой). В пределах каждой группы ситуаций у виртуального предприятия по выпуску корпусной мебели варьированы объемы производства, возрастающие по мере увеличения интенсивности использования производственной мощности. Таким образом, исследовано влияние на организацию малого мебельного бизнеса двух факторов – уровня использования производственного потенциала и условий организации малого предприятия. На рисунке 1 на лепестковой диаграмме представлены результаты расчетов по критерию «численность».

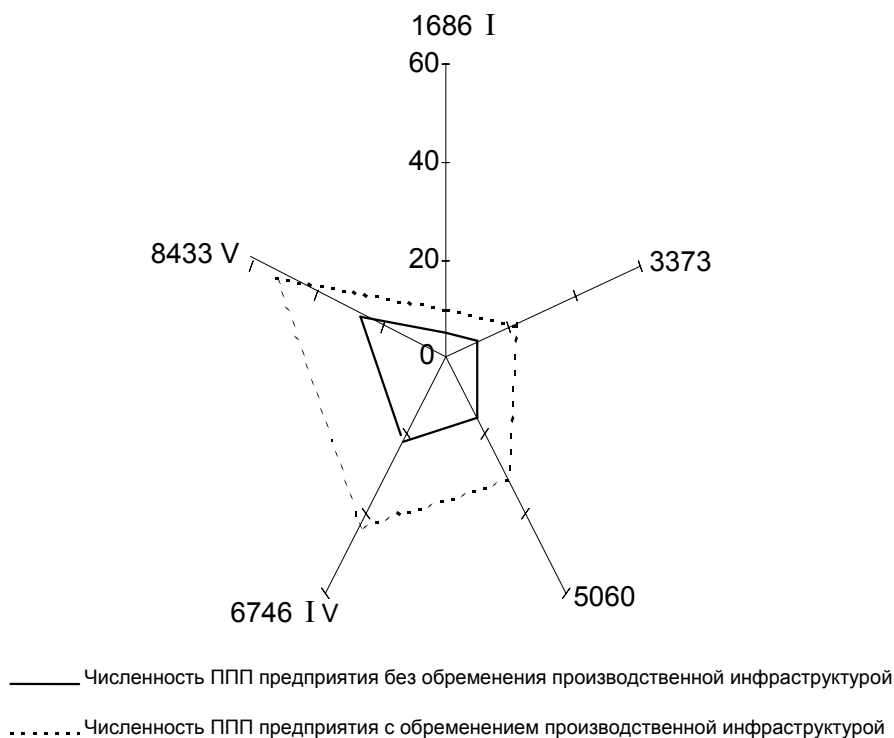


Рисунок 1 – Динамика численности персонала в зависимости от условий организации малого предприятия

На лепестковой оси I указана шкала численности работающих на малом предприятии по выпуску мебели и годовой объем производства в условных единицах мебели при 20 % использования производственной мощности. (Как было указано ранее, в проектной макете малое виртуальное предприятие, прообраз реально действующего, оснащено современным оборудованием, составляющим оптимальную техническую основу одного технологического потока). На лепестковых осях II, III, IV, V у малого предприятия указаны объемы выпуска мебели в условных единицах (шкаф для одежды в офисе), соответствующие 40%, 60%, 80%, 100% использования производственной мощности и потребная численность работников.

Результаты расчетов таковы: рассматриваемые предприятия подпадают под критерии малого предприятия по численности; в обеих группах во всех проектных макетах численность работников не превышает законодательно установленный лимит 100 чел. Увеличение или сокращение численности работников происходит за счет изменения производственной программы предприятия и обременения производственной инфраструктурой. На предприятии с обременением производственной инфраструктурой численность персонала увеличивается вдвое. Оно вызвано ростом количества вспомогательных рабочих и работников аппарата управления, в то время как количество основных рабочих остается практически неизменным.

Для выявления условий эффективного развития малого предприятия в мебельном бизнесе рассчитаны экономические показатели его деятельности (по каждому проектному макету). Результаты расчетов представлены на рис. 2, 3, 4. Основным условием эффективной организации деятельности на предприятии является рациональное использование ресурсной базы, которая позволяет его руководству при оптимальных затратах осуществлять процесс производства и реализации мебели, сохраняя статус малого.

Производственная программа предприятия по выпуску продукции тесным образом связана со спросом на рынке сбыта, который и предопределяет использование производственной мощности (рис. 2, 3.). Для увеличения выпуска продукции свыше 8433 условных изделий мебели (100% использование производственной мощности) необходима установка дополнительного оборудования - 2 технологического потока. В результате у предприятия возрастет потребность в работниках, которая может превысить законодательно установленный лимит численности для малых предприятий.

Себестоимость изделия состоит из условно-постоянных и условно-переменных затрат, которые формируются из стоимостной оценки ресурсов, используемых в процессе производства. Условно-постоянные затраты в рассматриваемых проектных макетах остаются неизменными; различия их наблюдаются только в вариантах с обременением производственной инфраструктурой или без таковой. В условно-постоянные затраты для предприятия без обременения включены следующие расходы: арендная плата, амортизация, расходы на ремонт и содержание инвентаря и оборудования. Для предприятия с обременением условно-постоянные расходы состоят из амортизации, расходов на ремонт и содержание зданий, сооружений, инвентаря и оборудование цеха. Все остальные статьи затрат относятся к условно-переменным, которые пропорционально зависят от объема производства. Соответственно снижается себестоимость изделия мебели при увеличении производственной программы.

Прибыль предприятия зависит от производственной программы и имеющихся рынков сбыта. При увеличении выпуска и реализации продукции прибыль возрастает (рис. 2, 3.), что позволяет предпринимателю снизить сроки окупаемости капитальных вложений и осуществлять производство.

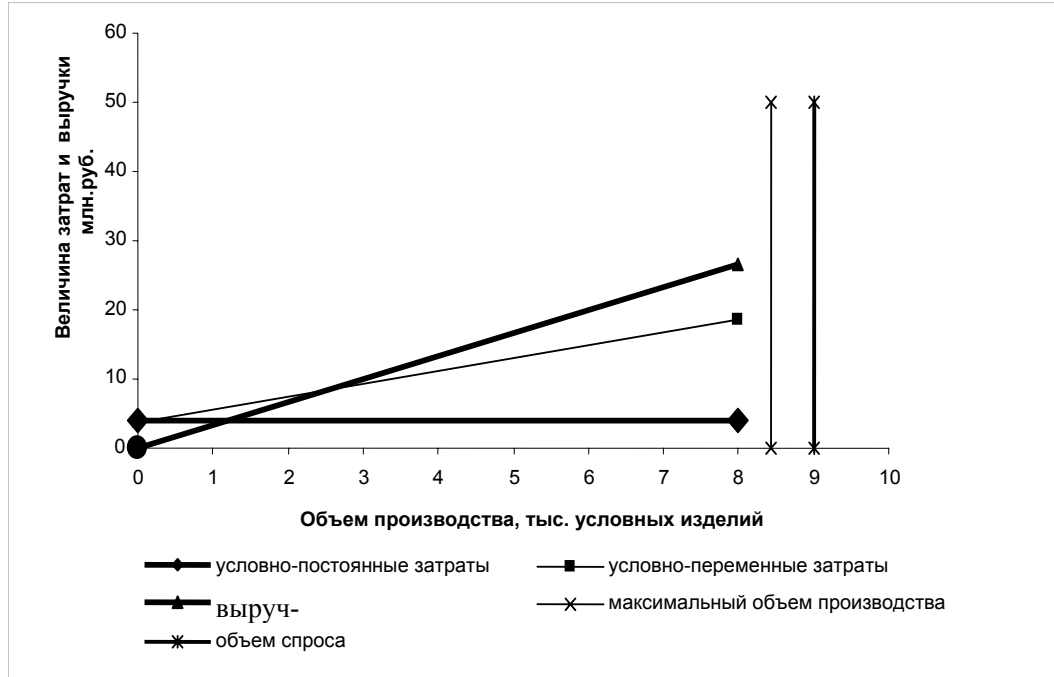


Рисунок 2 – Зависимость показателей себестоимости продукции и выручки от объема производства продукции на предприятиях без обременения

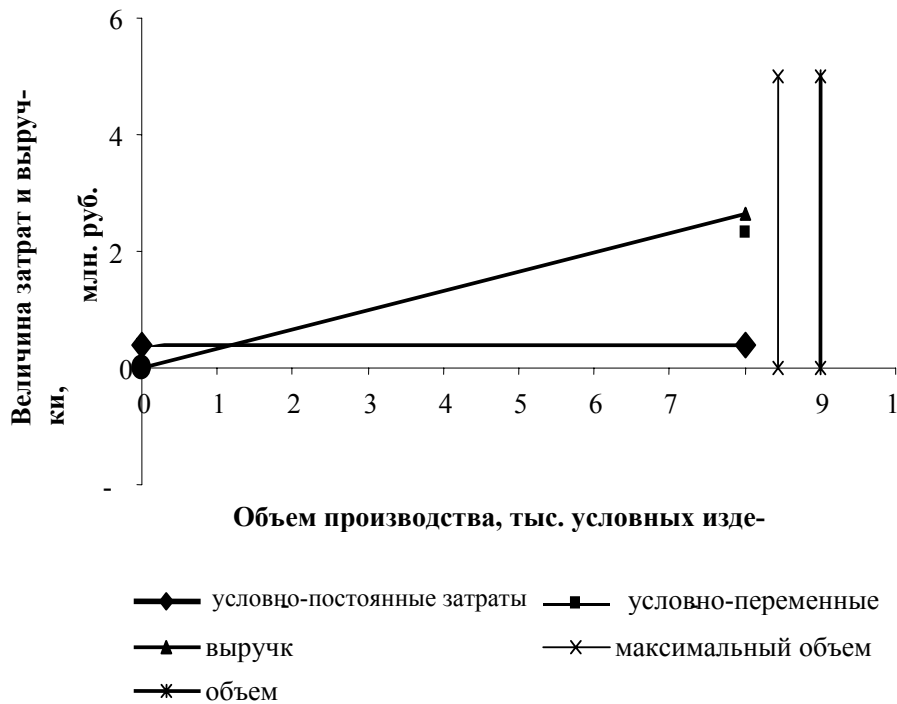


Рисунок 3 – Зависимость показателей себестоимости продукции и выручки от объема производства продукции на предприятиях с обременением

Таким образом, результаты исследования следующие. Оптимальным вариантом организации производства мебели для предпринимателей является создание предприятия без обременения производственной инфраструктурой, но при интенсивном использовании оборудования (не менее 60% производственной мощности). В этом случае потребны минимальные удельные капитальные вложения и обеспечена эффективность малого предпринимательства.

Основные выводы:

1. По состоянию на 2008 г. создание малых предприятий по выпуску мебели в Уральском регионе экономически целесообразно на базе одного технологического потока, оснащенного современным оборудованием, при использовании производственных мощностей на 35% и более.

2. Организация малого предприятия по выпуску мебели при аренде производственных площадей и без обременения инфраструктурой дает выигрыш времени при развертывании бизнеса.

3. Уровень цен на мебельную продукцию в настоящее время на товарном рынке таков, что стимулирует дальнейшее развитие малого предпринимательства в регионе.

4. В ближайшей перспективе следует ожидать перенасыщение рынка мебели (один из индикаторов – фактический коэффициент использования производственных мощностей предприятия), которое приведет к смене оценок в сфере малого предпринимательства.

Библиографический список

1. www.tass-ural.ru/press/?id=999 <Из материалов пресс-конференции «Малому бизнесу – 20 лет: итоги и актуальные вопросы развития» 07.11.2007>

2. Бирюков, П.А. Научность лесопромышленных производств – виртуальная или реальная трактовка термина? [Текст] / Труды II международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века / П.А. Бирюков, С.А. Сысоева. Екатеринбург, 2007. 306 с.

3. Федеральный закон № 209-ФЗ от 24.07.07 г. «О развитии малого и среднего предпринимательства в РФ».

Кузьмина М.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) colk@usfeu.ru

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МЕБЕЛЬНОГО БИЗНЕСА В УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

FEATURES OF DEVELOPMENT OF FURNITURE BUSINESS IN URALS REGION

Производство мебели в лесопромышленном комплексе всегда относилось к наиболее экономически эффективным. В советский период Минлеспром СССР от реализации мебели собственного производства получал прибыли больше, чем от всех других в него входящих подотраслей.

В годы реформирования в России для решения проблемы поддержания финансовой устойчивости развернули производство мебели на своих производственных площадях даже предприятия военно-промышленного комплекса. Причина – прямой выход, минуя посредников, с изделиями к широкому кругу потребителей; короткий период оборота денежных средств, достигаемый также благодаря незначительному производственному циклу изготовления практически любого изделия мебели. Благоприятным фактором для развития производства мебели является гарантированный спрос на продукцию предприятия, если оно адекватно реагирует на веяния моды и обеспечивает соответствующее качество изделий.

В рамках изучаемой проблемы «Трансформационные процессы в лесном комплексе» нами рассмотрен вопрос о векторе развития мебельного производства в Уральском регионе. Проанализированы материалы статистического учета и проведены натурные обследования на мебельных предприятиях. Предваряя вероятные вопросы, отмечаем, что анализу подвергнуты показатели работы производителей мебели, относимых только к лесопромышленному комплексу.

Изучение данных статотчетности приводит к категоричному выводу – выпуск практически любого вида мебельной продукции к 2008 году сконцентрирован на малых предприятиях.

Эра организации мебельного производства на предприятиях с высоким уровнем концентрации (типа фирмы «Авангард») уже в далеком прошлом. Крупные предприятия по выпуску мебели из-за «неповоротливости», неспособности к быстрой реакции на требования рынка и хозяйственному маневру реорганизовались или прекратили свою деятельность.

Сущность происходящих в мебельном производстве процессов невозможно уяснить без анализа работы вновь возникших хозяйствующих субъектов, большинство из которых подпадают под категорию малого предпринимательства. Однако представителям малого мебельного бизнеса свойственна одна общая черта – они, мотивируя всё соображениями сохранения коммерческой тайны, категорически против «прозрачности» в своих делах.

Автору удалось получить только часть интересующей информации по 12 мебельным предприятиям Свердловской области, причем под гарантию – ни в каких публикациях или общественных выступлениях не будет прямой ссылки на конкретное предприятие.

В исследовании автор предпринял попытку выявления условий, при которых выгоден малый мебельный бизнес. Методика исследования предусматривает на I этапе установление производственной мощности мебельного предприятия и уровня его использования.

Рекомендованная еще в 1980 году Минлеспромом СССР формула расчета производственной мощности мебельной фабрики такова:

$$ПМ = \frac{S}{H_{пл}} \cdot \frac{\Phi_{эфф}}{TE_{изо}}; \text{ условных изделий,}$$

где S – площадь производственных помещений мебельной фабрики, m^2 ;

$H_{пл}$ – норматив производственной площади на одно рабочее место, m^2 (нормативы дифференцированы в зависимости от специализации фабрики на выпуск корпусной, решетчатой и/или другой мебели);

$\Phi_{эфф}$ – фонд эффективного времени работы на одном рабочем месте в год, час;

$TE_{изд}$ – нормативная трудоемкость изготовления мебели, чел-час/условное изделие.

На наш взгляд, в современных условиях эта формула для расчета производственной мощности малого предприятия по выпуску мебели не корректна. При обследовании производства выявлено, что на малых предприятиях в полной мере не реализованы такие принципы поточного производства, как закрепление работника за конкретным рабочим местом и одновременность работы всего оборудования в технологическом потоке.

Поэтому для расчета производственной мощности мебельного предприятия в исследовании была применена формула:

$$ПМ = N_B \cdot \Phi_{эфф} \cdot П_H ; \text{ условных изделий,}$$

где N_B – количество единиц ведущего оборудования в технологическом потоке;

$\Phi_{эфф}$ – фонд эффективного времени в год единицы ведущего оборудования (при 2-сменном режиме работы), час;

$П_H$ – проектная производительность единицы оборудования (с учетом регламентированных перерывов); комплектов деталей для условного изделия/час.

Закономерность такого методического подхода подтверждают наблюдения в производственных цехах – полная загрузка в технологическом потоке выявлена только у ведущего оборудования (как правило, импортного производства со сроком фактической эксплуатации от 2 до 5 лет); остальные станки задействованы эпизодически, по мере надобности.

Обследованные предприятия малого мебельного бизнеса ориентированы на выпуск офисной; корпусной или мягкой мебели, хотя выполняют и разовые заказы на другие изделия мебели; производство мебели осуществляется «под заказ» (единичное) или небольшими партиями (мелко-серийное); переход на другие артикулы изделий не требует значительных усилий.

При анализе работы малого предприятия все виды мебельной продукции приведены через систему редуцирующих коэффициентов к условным изделиям (условным изделием с коэффициентом 1 принято изделие, удельный вес которого составляет от 42% до 67% в объеме производства за год).

После расчета производственной мощности предприятий и их годового объема производства в условных изделиях определены коэффициенты использования производственной мощности, которые в 2007 году колебались от 31% до 46%.

Интерпретация значений данного показателя, с нашей точки зрения, многопланова. Ряд малых предприятий используют свой производственный потенциал на 1/3; в лучшем случае на 1/2. С социальных позиций для работников предприятий по выпуску мебели это благо – работа только в одну смену; с экономических позиций для собственника – это потери, так как дорогостоящее оборудование не дает должной отдачи.

Так как объемы выпуска мебели предопределены спросом на товарном рынке, то значение коэффициента использования производственных мощностей на мебельных предприятиях сигнализирует о перенасыщенности рынка мебели.

При анализе условий функционирования предприятий по выпуску мебели также установлено:

а) предприятие организуется на базе одного технологического потока;

б) предприниматель ориентируется на выпуск одного, максимум двух видов мебели;

в) материальной основой производства служат арендованные свободные производственные и складские помещения крупных предприятий, объектов инфраструктуры города. Представители мебельного бизнеса предпочитают вносить высокую арендную плату собственникам помещений, чем иметь дело с обременениями типа собственного паросилового хозяйства, энергохозяйства, водоснабжения и т.д.

г) значительные средства представители мебельного бизнеса направляют в СМИ для рекламы своей продукции;

д) многие предприятия вступают на путь кооперирования, в основном по организации сушки пиломатериалов и отделки заготовок.

Отдельно рассмотрен вопрос о финансовых результатах производственно-хозяйственной деятельности мебельных предприятий. Оказалось, что в 2006 – 2007 гг. все 12 малых предприятий имели по итогам работы позитивные экономические результаты при неполной загрузке производственных площадей. Этот феномен заинтересовал разработчиков проблемы. Дополнительные расчеты привели к результату: уровень цен на мебельную продукцию таков, что даже при годовом объеме производства, равном 23 – 25 % производственной мощности, предприятие по выпуску мебели будет рентабельным.

Таким образом, вектор развития мебельной подотрасли сформировался на ближайший период. Большую часть мебели для потребительского рынка изготовят малые предприятия, которых в г. Екатеринбурге несколько десятков. Конкурентная борьба между мебельными предприятиями будет способствовать улучшению качества продукции и расширению её ассортимента.

Данная информация о тенденциях в развитии мебельной подотрасли региона полезна как для самих производителей, так и для торговых мебельных фирм, населения, поставщиков сырья, фурнитуры, крепежных материалов и т.д.

Щелоков Я.М., (УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург, РФ) energo-ugtu@bk.ru
Мехренцев А.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) mehrentsev@midural.ru

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

POWER MANAGEMENT, AS THE TOOL OF EFFICIENCY INCREASE OF TIMBER INDUSTRY MANUFACTURE

Одним из рычагов любого процесса управления (менеджмента) является система мер по наблюдению за состоянием объекта (предприятия). Если ограничиться показателями экономической деятельности управляемого объекта, то они обычно интегрируются по двум уровням:

– организационно-правовая форма – предприятие, компания, вид экономической деятельности (отрасль), регион, государство (федерация), то есть уровень управления;

– конечная продукция, когда рассматривается вся технологическая цепь производственного процесса – от добычи сырья до получения конечного продукта (услуги).

Этот вид управляемого объекта в виде конечного продукта особенно важен, когда его можно получить с использованием различных технологических процессов.

Наблюдение (мониторинг) за управляемыми объектами должно вестись в режиме их развития, а результаты мониторинга обеспечивать оперативное выявление последствий воздействия различных внешних и внутренних факторов. Один из основных внешних факторов – это рыночные условия функционирования экономики. В связи с этим в ВТО существует соглашение по техническим барьерам в торговле (ТБТ).

Основу понятия «мониторинг» составляет термин – monitor (лат.), который имеет три основных значения – напоминающий, предупреждающий и надзирающий. К настоящему времени определяющим значением любого вида наблюдения (аудит, обследование и т.п.) становится надзирающая функция. Попытаемся это показать на примере энергетических обследований организаций, введенных Федеральным законом от 03.04.1996 № 28-ФЗ [1].

Законом [1] было введено следующее. Энергетические обследования проводятся в целях оценки эффективного использования энергетических ресурсов и снижения затрат потребителем на топливо- и энергообеспечение.

Обязательным энергетическим обследованиям подлежат организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, если годовое потребление ими энергетических ресурсов составляет более шести тысяч тонн условного топлива или более одной тысячи тонн моторного топлива. Энергетические обследования организаций, если годовое потребление ими энергетических ресурсов составляет менее шести тысяч тонн условного топлива, проводятся по решению органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, ответственных за координацию работ по эффективному использованию энергетических ресурсов.

Порядок и сроки проведения энергетических обследований определяются Правительством Российской Федерации. Однако, правила проведения энергетических обследований организаций были приняты на уровне Минэнерго РФ [2], а затем Минпромэнерго РФ в виде «Рекомендаций» [3]. При этом указанные Рекомендации, согласно [3], предназначены для юридических лиц, независимо от форм собственности, использующие топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) для производства продукции, оказания услуг и на собственные нужды и др., которые представляют на утверждение в Минпромэнерго России нормативы, устанавливаемые на период регулирования тарифов. То есть, по сути дела, организация работ по реализации государственной политики по эффективному использованию ТЭР [1], во многом, сводится к тарифному регулированию через нормирование удельного расхода топлив, технологических потерь энергоресурсов и др.

При этом очередные энергетические обследования потребителей ТЭР проводятся не реже одного раза в пять лет и не чаще чем один раз в два года в плановом порядке – для сравнения текущих показателей энергоэффективности с показателями, опреде-

ленными предыдущим обследованием, сертификации потребителя ТЭР в системе добровольной сертификации в области рационального использования и сбережения энергоресурсов (РИЭР), внесения изменений в энергетический паспорт и т.д.

То есть, надзирающие функции энергоаудитов должны быть реализованы в рамках системы добровольной сертификации РИЭР. Одно из положений соглашения ВТО по ТБТ и устанавливает проведение сертификации энергопотребляющей продукции и процессов производства. Цель сертификации по ВТО – рациональное использование энергетических и других ресурсов, как обязательное условие обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Как показывает мировая практика, для достижения этой цели необходимо создание на каждом предприятии системы энергетического менеджмента [4]. Энергоаудит в этой системе является одной из составляющих, которая позволяет определить количественные значения потребления энергоресурсов на предприятии. Результаты отечественных исследований показывают, что отсутствие комплексного подхода к управлению энергетическими затратами на промышленных предприятиях является одним из важнейших факторов, существенным образом сдерживающим повышение конкурентоспособности отечественных производителей [5-7].

Существующая в настоящее время на законодательном уровне [1] система энергоаудита, в рамках действующих нормативных актов [2, 3], способна с какой-то степенью комплексности решать технические проблемы энергоэффективности и энергосбережения. В условиях рыночной экономики проблему конкурентоспособности возможно решать при условии, когда энергетический менеджмент является обязательной частью всей системы управления деятельностью предприятия [4, 5]. В настоящее время понятие «энергетический менеджмент» определяют как систему управления энергетическими структурами предприятия (компания) и/или энергетическими ресурсами [5]. Поэтому энергоменеджмент следует понимать как подсистему управления предприятием, видом экономической деятельности и т.п. с использованием энергоэкономических показателей, полученных по результатам ежегодного энергетического анализа производственной деятельности предприятия.

Основной задачей энергоанализа (мониторинга) является отслеживание динамики энергоэкономических показателей с целью прогнозирования возможных ситуаций. Цель прогнозирования – опережающее отражение с достаточной степенью точности вероятности развития ситуации на основе анализа энергетической составляющей возможных причин ее возникновения. Достоверность полученных результатов возрастает в случае проведения интегрированного энерго-экологического анализа [7, 8].

Рассмотрим возможную схему энергетического менеджмента на примере предприятия лесопромышленного комплекса (ЛПК).

1. Определение ряда ключевых энергоэкономических показателей в целом по предприятию.

1.1. Энергетическая стоимость производства и отдельных технологических переделов. Данный показатель еще называют экономической энергоэффективностью – это отношение финансовых затрат на потребляемые энергоресурсы к объему себестоимости производимой продукции предприятием и т.д. [9].

Этот показатель отражает не только объемы потребления соответствующих энергоносителей и объемы производства, но также аккумулирует в себе динамику цен на различные энергоносители, структуру потребляемых энергоносителей, динамику

цен промышленной продукции или дефляторов валового продукта, долю затрат на ТЭР в объемах производства и в суммарных затратах на производство. Аналогично может рассматриваться и электроэнергетическая стоимость производства. Роль этого показателя будет возрастать по мере реализации решений по повышению цен на природный газ и переход на свободный рынок электроэнергии [10].

1.2. Производственная энергоемкость изготовления продукции [11]. Обычно она выражается в абсолютных значениях суммарных затрат энергоресурсов, приходящихся на единицу продукции, произведенной за календарный период времени (год, месяц и т.д.). Этот показатель следует рассматривать как фактическую переменную производственного процесса. Для обеспечения сопоставимости результатов по годам, его следует рассчитывать относительно ежегодных рыночных оборотов, определенных в ценах базового года.

1.3. Определение темпов прироста (снижения) указанных выше показателей по сравнению с предыдущим годом. Методика таких сравнений приведена в [6, 7]. Подобные схемы таких сопоставлений используются в виде энергетических условий устойчивого развития экономики. Приведем некоторые из этих соотношений:

– Темпы прироста расхода энергоресурсов ($\Delta \mathcal{E}$) (в %) должны быть ниже, чем темпы прироста объемов, в нашем случае, рыночного оборота ($\Delta \text{РО}$):

$$\Delta \mathcal{E} < \Delta \text{РО}.$$

Пример расчета.

За период 2000-2005 гг. приросты на предприятии составили $\Delta \text{РО} = 25$ %, а производственная энергоемкость выросла на 8 %. В этом случае $\Delta \mathcal{E} = 8 : 25 = 0,32$ %. Если этот показатель близок к 1 или даже больше – это отрицательный результат.

– Обеспечение неуклонного ежегодного снижения темпов прироста расхода энергоресурсов (%) на единицу прироста $\Delta \text{РО}$ в неизменных рублях (%):

$$(\Delta \mathcal{E})_{n+1} < (\Delta \mathcal{E})_n, \text{ \%/\%},$$

где $n, n+1$ – соответственно, предыдущий и отчетный годы.

Такое сравнение позволяет отслеживать динамику не только экономических, но и энергоэкономических показателей. Цель таких сравнений – повышение качества принимаемых управленческих решений. Данная цель достигается за счет использования не только рублевых показателей, но и энергетических в виде кг у. т., кВт·ч, которые не подвержены влиянию инфляционных процессов, конъюнктуры рынка и т.п.

2. Энергетический мониторинг потребителей энергоресурсов по цехам или технологическим процессам. Основная задача – выработка целевой функции энергопотребления для каждого подразделения (энергоучетного центра). Данная система эффективна, когда фактические показатели сравниваются с нормативными и расчетными величинами.

3. Энергетический мониторинг возможен при наличии внутриводского учета. Необходима установка узлов учета на основные энергоресурсы. Внедрение внутриводского учета дисциплинирует персонал и позволяет получить достоверную информацию об энергопотреблении, а часто и экономию за счет повышения точности учета. Появляется возможность точного сведения балансов, определения мест повышенных потерь и выявления неучтенных потребителей. Только на этом экономия электроэнергии может составить до 10 % [12]. Конечная цель внутриводского учета – создание авто-

матризированной системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) в целом по предприятию. Создание такой системы особенно актуально при односменной работе, например, позволяет снижать расход теплоносителя в ночной период, в воскресные дни и т.п.

4. Расчеты энергетических балансов предприятия и отдельных крупных подразделений. Особенно целесообразно построение энергобалансов на основании данных инструментального учета [12]. Ниже приведены результаты расчета сводного энергетического баланса одного из предприятий ЛПК, которые представлены в виде диаграммы на рисунке.

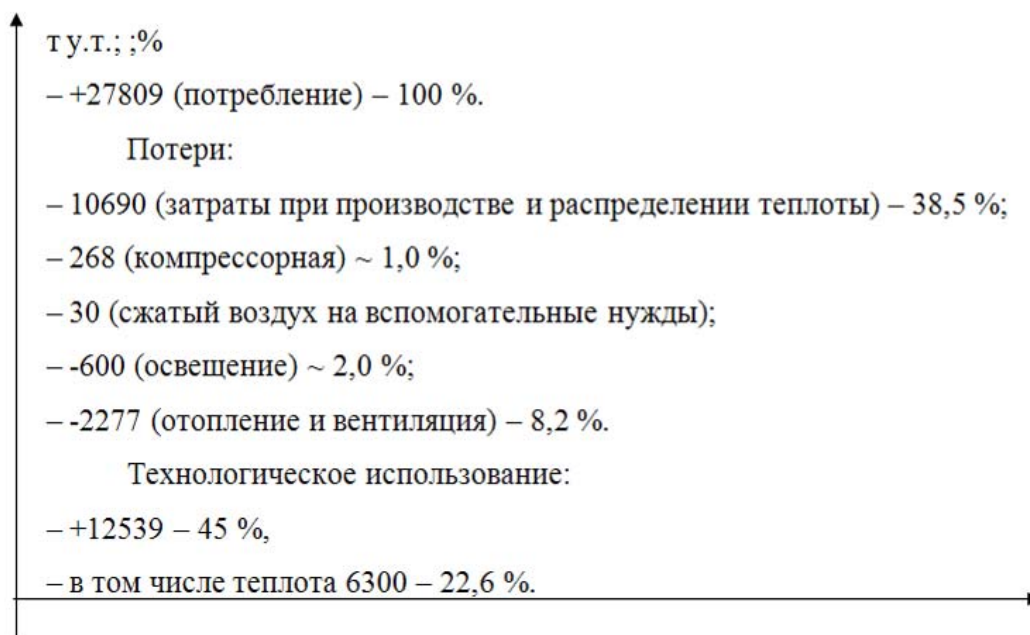


Рисунок – Диаграмма энергетического баланса предприятия ЛПК

Из диаграммы видно, что потери на преобразование топлива составили 38,5 %. При этом основная статья расхода этой теплоты лишь $8,2 + 22,6 = 30,8$ % от всего объема потребления энергии на предприятии. Подобная ситуация на большинстве предприятий ЛПК и других энергоемких отраслей. Одна из причин такой ситуации – отсутствие комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.

5. Подготовка пособий по энергетическому менеджменту для персонала предприятия. Следует отметить, что подобные методические материалы используются на многих зарубежных предприятиях [4, 12].

6. Приобретение, освоение и регулярное использование переносных анализаторов для выявления мест значительных потерь, восстановления режимов работы оборудования. Возможные виды такого оборудования:

- контактные и инфракрасные цифровые термометры;
- анализаторы электропотребления и др.

Следует отметить, что даже при наличии электросчетчиков не всегда легко получить график локальной нагрузки потребления. Анализатор электропотребления позволяет решить эту задачу.

7. Как было показано выше, на обследуемом предприятии возможно значительное снижение потребления топлива путем его расширенного использования. Вариант

такого подхода возможен на примере перехода на когенерационные установки по выработке тепловой и электрической энергии [4, 12].

Как видно из приведенной выше схемы энергетического менеджмента предприятия, он формируется на нескольких уровнях.

Определение энергоэкономических показателей и их использование при прогнозировании ситуаций развития производства (этап 1 предлагаемой системы). Уровень подготовки принятия управленческих решений.

Мониторинг потребителей энергоресурсов и составление энергетических балансов с выявлением объемов целевого использования энергоресурсов (технологического, энергетического и др.) и определение потерь (этапы 2, 3, 4). Уровень балансовых работ по цехам и технологическим процессам.

Развитие собственной методической и приборной базы для выявления мест значительных потерь, разработки технологических регламентов энергоэффективной работы оборудования (этапы 5, 6). Поагрегатный уровень.

Выявление и освоение прогрессивных схем комплексного использования топлива, вторичных отходов и др. (этап 7). Уровень системных решений.

В предлагаемой схеме энергетического мониторинга с использованием методов энергоанализа существенно возрастает роль энергетических обследований (энергоаудитов). Целесообразна разработка плана энергоаудита каждого предприятия, так как технологическая схема выполнения энергетического обследования во многом определяется типом обследуемого предприятия, его отраслевой принадлежностью (видом экономической деятельности). Вызвано это тем, что определение типа предприятия позволяет выбрать объекты для сравнения. В упрощенном виде все предприятия можно разделить на два типа:

– производители монопродукта, т.е. один из видов товара, производимых на предприятии, является определяющим. Этот продукт и выбирается объектом для сравнения;

– производители разнообразных товаров. Но и здесь, в большинстве случаев, есть общий объект для сравнения – исходный сырьевой ресурс. Особенно это характерно для ЛПК. Подавляющее большинство предприятий – производители монопродуктов (фанера, древесина деловая и т.п.). И всех их связывает общий сырьевой ресурс – древесина. В связи с этим они объединены и общими формами статистической отчетности [13]. При этом большинство из них являются предприятиями с полным лесопромышленным технологическим циклом, но при этом производящие в основном один вид товара, например, фанера, но разнообразного по своему сортаменту.

Другим важным фактором, влияющим на схему энергоаудита, являются его цели, которые весьма разнообразны [2, 3]:

- эффективность использования ТЭР;
- качество энергоснабжения;
- надежность энергоснабжения;
- приведение конкретного энергообъекта в соответствие с предъявляемыми к нему требованиями и др.;
- первичное или очередное обследование.

В последнем случае основная цель энергоаудита – это эффективность использования ТЭР, как поступающих со стороны, так и получаемых в виде отходов. Энергоэф-

фektivность напрямую связана с экономическими показателями деятельности предприятия. Несмотря на то, что удельные показатели энергопотребления складываются из фактических объемов используемых энергоресурсов на многочисленных рабочих местах, где используется самое различное технологическое оборудование, в нашем случае все эти энергетические потоки объединены общим объемом для сравнения в виде определяющей продукции.

Обратимся к современным технологиям энергоаудита [14]. Следует выделить три наиболее распространенных подхода к проведению в отечественной практике энергетических обследований:

1. Продуктовый подход, когда определяются расходы энергоресурсов по каждому типу оборудования и даются соответствующие рекомендации. Именно такой подход во многом и используется при обследовании предприятий, в соответствии с существующими правилами [2, 3].

2. Выбор ведущего критерия. Основан на определении удельных энергетических показателей предприятия в целом, так и его подразделений и/или крупных энергетических потребителей (оборудования). Дается сравнение с нормативными, лучшими отраслевыми показателями и т.п. Варианты ведущих критериев приведены выше и рассмотрены в [6-9].

Следует отметить, что в современной Германии [15] используется следующий показатель – относительный: темпы роста энергоэффективности должны опережать темпы роста энергопотребления. В какой-то мере это аналог энергетической стоимости продукции [9].

Поэтому целесообразно провести параллельную оценку эффективности деятельности предприятия и по этому показателю. При этом в качестве показателя энергоэффективности следует использовать также производственную энергоемкость, так как этот показатель рекомендован в национальном стандарте [11]. То есть имеют место два ведущих критерия. В этом случае потребуется определение удельных энергетических показателей предприятия (производственных энергоемкостей), а также сравнение темпов роста энергоэффективности и энергопотребления.

3. Смешанный подход подразумевает использование принципа «ведущего критерия» и «продуктовой схемы», особенно, если есть оборудование или «узкие места», где имеются или могут быть явные энергетические потери.

В нашем случае, при наличии или формировании на предприятии системы энергетического менеджмента, определяющим технологическим приемом обследования должен быть один или два ведущих критерия. Одним из них в большинстве случаев должна быть производственная энергоемкость изготовления определяющей продукции, так как этот показатель энергоэффективности интегрирован так же и по уровням управления [11]. Продуктовый подход следует ограничить оценкой выполнения программы энергосбережения предприятием. При ее отсутствии результативность работ по энергосбережению следует оценивать по итогам выполнения рекомендаций, предложенных по результатам предыдущего энергоаудита.

Выводы

1. В существующих условиях обеспечение конкурентоспособности большинства промышленных предприятий невозможно без использования системы энергетического менеджмента [4, 5, 12].

2. В качестве основной методической базы здесь предлагается к использованию энергетический (или энерго-экологический) анализ [6-9].

3. В связи с возрастанием роли энергетической стоимости производства целесообразен пересмотр существующих нормативных материалов по проведению энергетических обследований организаций [2, 3], с использованием методических разработок [8, 12, 14, 15] и др.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 03.04.1996 № 28-ФЗ «Об энергосбережении» (с изменениями от 5 апреля 2003 года – Федеральный закон от 05.04.2003 № 42-ФЗ).
2. Правила проведения энергетических обследований организаций. Утверждены приказом Министерства энергетики РФ от 25.03.1998 г.
3. Рекомендации по проведению энергетических обследований (энергоаудита). Утверждены приказом Минпромэнерго РФ от 04.07.2006 № 141.
4. Энергетический менеджмент. Руководство по энергосбережению концерна Du Pont (США). Нижний Новгород: Изд. «Чувашия». 1997. 223 с.
5. Анисимова Т.Ю. Особенности построения системы энергетического менеджмента на промышленных предприятиях // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2007. № 3-4. С. 94-99.
6. Щелоков Я.М. Энергетика как зеркало экономики // Энергонадзор и энергобезопасность. 2006. № 1. С. 50-51.
7. Данилов Н.И., Щелоков Я.М., Столбов Ю.К. Региональная энергетическая политика: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2007. 77 с.
8. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения: справочное издание в 2-х книгах. М.: Теплоэнергетик. 2002. Кн. 1 – 688 с.; Кн. 2 – 768 с.
9. Троицкий А.А. Энергоэффективность как фактор влияния на экономику, бизнес, организацию энергосбережения // Электрические станции. 2005. № 1. С. 11-16.
10. Сценарные условия социально-экономического развития РФ на 2008 год и на период до 2010 года и предельные уровни цен (тарифов) на продукцию (услуги) субъектов естественных монополий на 2008 год. М.: Минэкономразвития РФ. 2007 (февраль). 20 с.
11. ГОСТ Р 51541-99 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения. М.: Госстандарт РФ. 2000. 7 с.
12. Руководство по повышению энергоэффективности в пищевой промышленности. М.: DENA; ЦЭНЭФ. 2002. 188 с.
13. Россия: Экономическая конъюнктура. Информационно-аналитический сборник. Итоги 2006 г. М.: Центр экономической конъюнктуры при Правительстве РФ. 2007. 306 с.
14. Сучков В.И., Сенковский Д.В. Современные технологии профессионального энергоаудита // Энергослужба предприятий. 2006. № 62. С. 42-44.
15. Muller Michael. Die Energiepolitik der Bundesregierung // Kalte und Klimatechn. 2006. 59. № 7. С. 16-17.

Воронов М.П., Часовских В.П. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СУБД ADABAS ПРИ ПОСТРОЕНИИ КИС В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

DBMS ADABAS STRUCTURE ELEMENTS RESEARCH

Немаловажным фактором, определяющим эффективность корпоративной информационной системы (КИС) в деревообработке является выбор СУБД и среды разработки и функционирования программных элементов информационной системы. В данном разрезе исследование структурных элементов СУБД как средства повышения производительности обработки информации (и, как следствие, повышения конкурентоспособности предприятия) представляют широкий практический и научный интерес.

БД в ADABAS размещается на устройствах прямого доступа. Записи БД запоминаются в блоках устройств прямого доступа. Размер блока выбирается с учетом условия эффективного размещения целого числа блоков на дорожке используемых типов устройств прямого доступа [3].

Структурными элементами базы данных ADABAS на внутреннем уровне являются: накопитель, ассоциатор, рабочий набор и вспомогательные наборы данных. Накопитель, ассоциатор и рабочий набор размещаются в наборах данных ОС ЕС, которые имеют прямую организацию и могут быть многотомными [1].

Накопитель, который занимает не более пяти наборов данных, предназначен для хранения записей файла БД. Каждому файлу выделяется до пяти экстенгов, размещение которых отмечается в таблице размещения файла (ТРФ), находящейся в ассоциаторе.

Ассоциатор содержит сведения о структуре данных концептуального и внутреннего уровней БД в виде таблиц, списков и т. д., помещенных в блоки, и служит для взаимного отображения этих структур и выполнения операций над ними. Основная информация о размещении БД сосредоточена в таблице распределения памяти (ТРП). ТРП занимает 1 блок ассоциатора, имеет постоянный адрес и содержит:

- имя и номер БД;
- максимальное число файлов, которые могут быть загружены в БД;
- число загруженных файлов;
- номера системных файлов;
- адреса экстенгов, выделенных для ассоциатора, накопителя, рабочего набора;
- типы устройств, на которых они размещены, неиспользованные области памяти и т. д.

Инвертированные списки хранятся в блоке набора данных ассоциатора совместно с заголовочной частью, состоящей из значения атрибута, длины этого значения и длины инвертированного списка. В блоке размещается несколько списков, но все они должны соответствовать значениям одного атрибута. Список отсортирован в порядке возрастания значений ВСН, поэтому первый ВСН оказывается младшим элементом.

Доступ к требуемому инвертированному списку осуществляется с помощью многоуровневого индекса, содержащего индекс значений и старшие индексы (рис. 1.).

Нужный блок индекса значения, относящегося к данному атрибуту, отыскивается посредством старшего индекса. Блок старшего индекса состоит из записей. Каждая запись адресует один блок индекса значений. Запись включает код имени атрибута, поле признаков атрибута, длину значений атрибута, ВСН и адрес блока индекса значения. На все поисковые атрибуты заведены записи в старшем индексе.

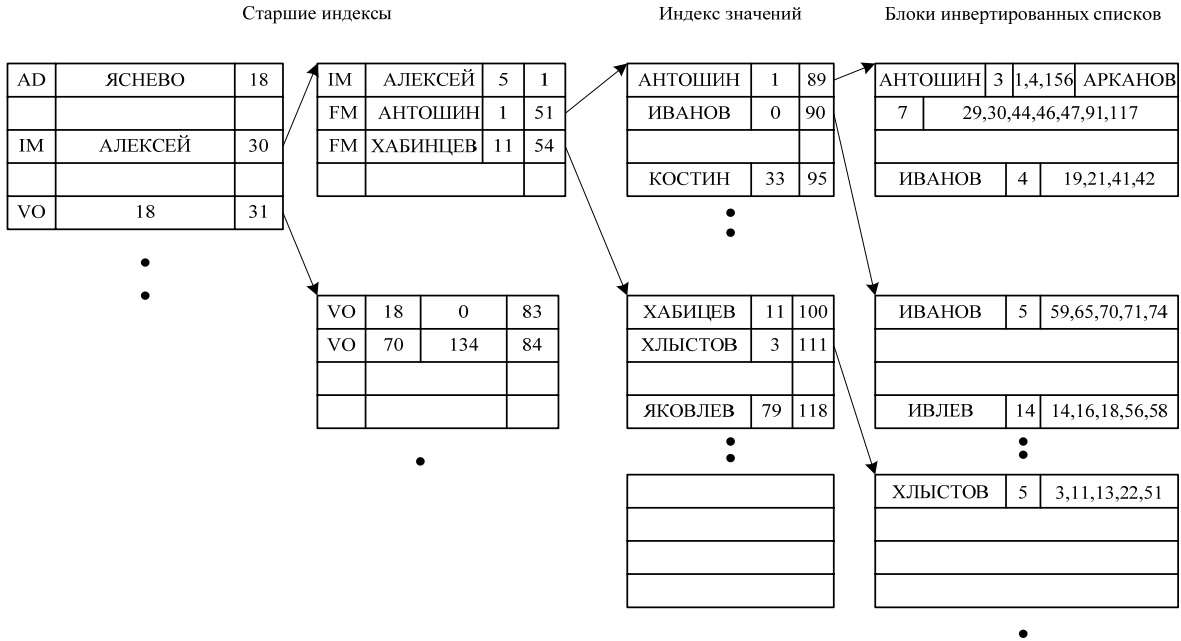


Рисунок 1 – Инвертированные структуры

Поисковые атрибуты, не имеющие значений в записях файла, представлены в записях старшего индекса нулевыми значениями полей длины, ВСН и адреса блока индекса значений. В поле признаков атрибута указываются характеристики атрибута: формат хранения, принадлежность к повторяющейся группе, признак множественного атрибута.

Рабочий набор данных занимает один экстенд памяти и состоит из блоков фиксированной длины. В составе рабочего набора выделяется область оперативного журнала изменений, используемого для поддержания логической целостности БД, области промежуточных списков ВСН, а также области результирующих списков ВСН. Схематически связь ВСН с блоками накопителя посредством преобразователя адреса показана на рисунке 2.

Для работы ряда утилит предназначены вспомогательные наборы данных (набор для сортировки и временный набор данных). Эти наборы имеют прямую организацию фиксированной длиной блока. Набор для сортировки используется при создании и модификации инвертированных списков. Временный набор данных применяется в качестве буферной памяти при загрузке БД для создания инвертированных списков [2].

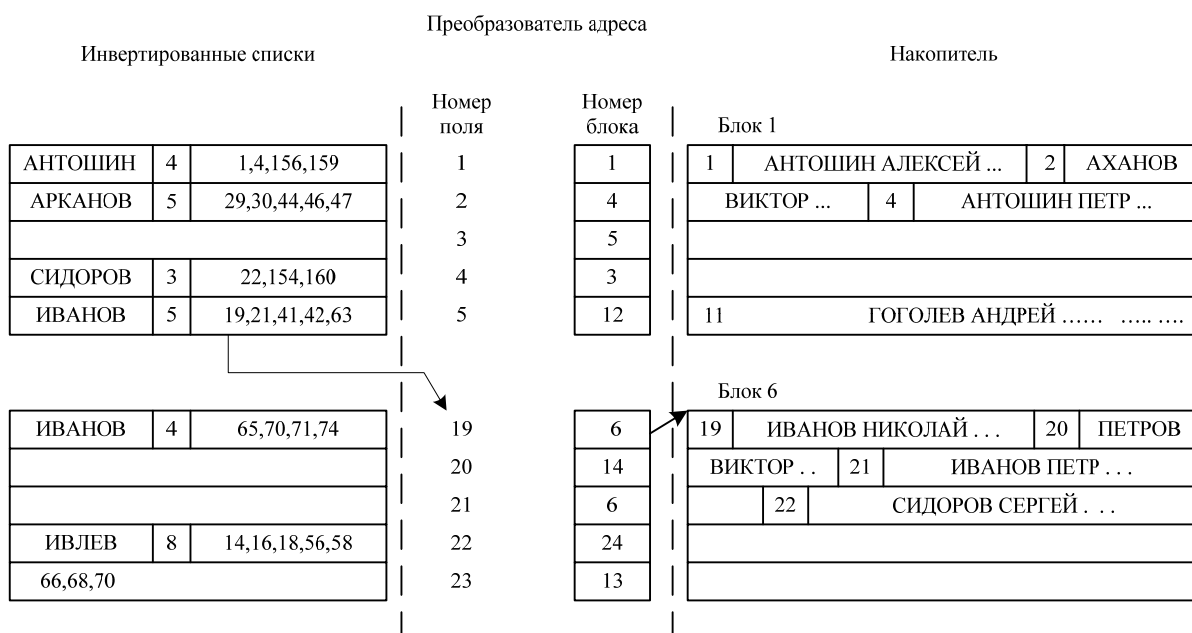


Рисунок 2 – Пример преобразования ВСН в адрес

Библиографический список

1. Воронов М.П., Фатеркин А.С., Часовских В.П. Информационные технологии в управлении: СУБД ADABAS и проектирование приложений средствами NATURAL // Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2006. - 477 с.
2. Воронов М.П. Часовских В.П. Создание саморазвивающейся системы принятия решений в среде СУБД ADABAS и Natural на основе альтернативного планирования производственных циклов в будущем. // Современные проблемы науки и образования, 2007. - №5. - С. 89-95.
3. Часовских В.П., Акчурина Г.А., Слободин А.В., Азаренок М.В., Воронов М.П. Информационные технологии управления: Учеб. Пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. // Екатеринбург: Урал. гос. лес. ун-т, 2008. – 402 с.

Воронов М.П., Кох Е.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДОСТУПА К ДАННЫМ СУБД ADABAS ПРИ ПОСТРОЕНИИ КИС В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

DBMS ADABAS ACCESS METHODS RESEARCH

При построении корпоративной информационной системы (КИС) в деревообработке важным является выбор СУБД. Авторы предлагают профессиональную СУБД ADABAS.

В зависимости от вида упорядоченности множества записей операция чтения обеспечивает доступ к записям файла [1]:

по списку ВСН записей;

в порядке возрастания ВСН записей файла;
 в логической последовательности по значениям заданного поискового атрибута;
 в физической последовательности расположения записей в БД.

Доступ к записи файла по списку ВСН осуществляется через системную таблицу, называемую преобразователем адреса. Преобразователь адреса организуется для каждого файла БД и отображает каждый ВСН в относительный номер блока набора данных, в котором размещается запись файла с этим ВСН.

Пример доступа к записям файла, логически упорядоченного по значениям поискового атрибута, представлен на рисунке 1.

Селекция записей осуществляется с использованием инвертированных списков и позволяет просмотреть все записи ассоциаций записей, организованных по поисковому атрибуту ОК, начиная с заданной записи.

Поиск записей в ADABAS, основанный на использовании ассоциаций, представленных в виде инвертированных списков и списков связи, определяется как ассоциативный поиск.

Ассоциативный поиск обеспечивает возможность селекции записей файла БД по значениям атрибутов, а также селекцию записей файла с учетом их связей с записями другого файла. На рисунке 2 представлена схема ассоциативного поиска с использованием инвертированных списков.

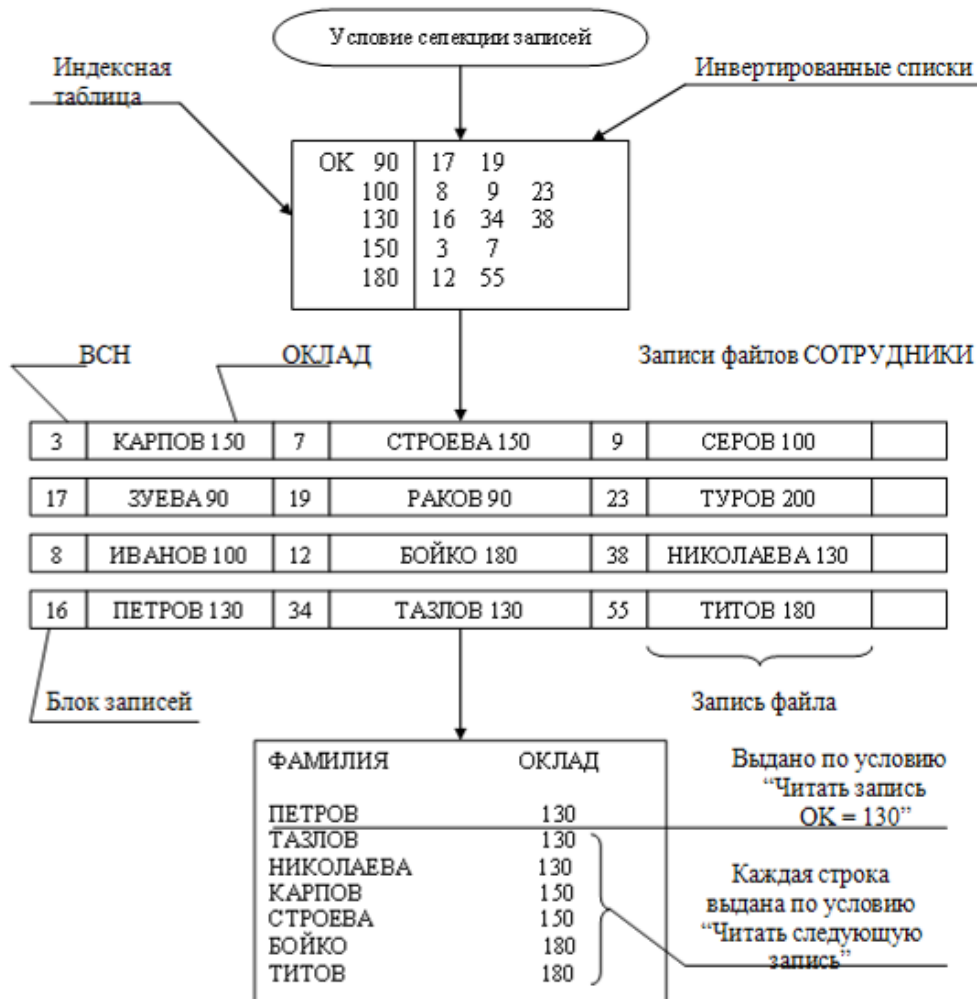


Рисунок 1 – Доступ к записям файла в логической последовательности по значениям поискового атрибута ОКЛАД (код имени ОК)

Условие поиска состоит из двух простых условий, одно из них задано диапазоном значений атрибутов, а другое — перечнем значений. Результирующий список, полученный как пересечение двух списков, сформированных по простым условиям, содержит четыре ВСН записей, удовлетворяющих условию поиска. При использовании инвертированных списков некоторая зависимость времени поиска от количества записей файла проявляется в больших БД, содержащих 10^5 — 10^6 записей, поскольку возникает необходимость обработки больших списков ВСН по частям. Возможности ассоциативного поиска в БД могут быть расширены благодаря использованию операций над ассоциациями записей файлов.

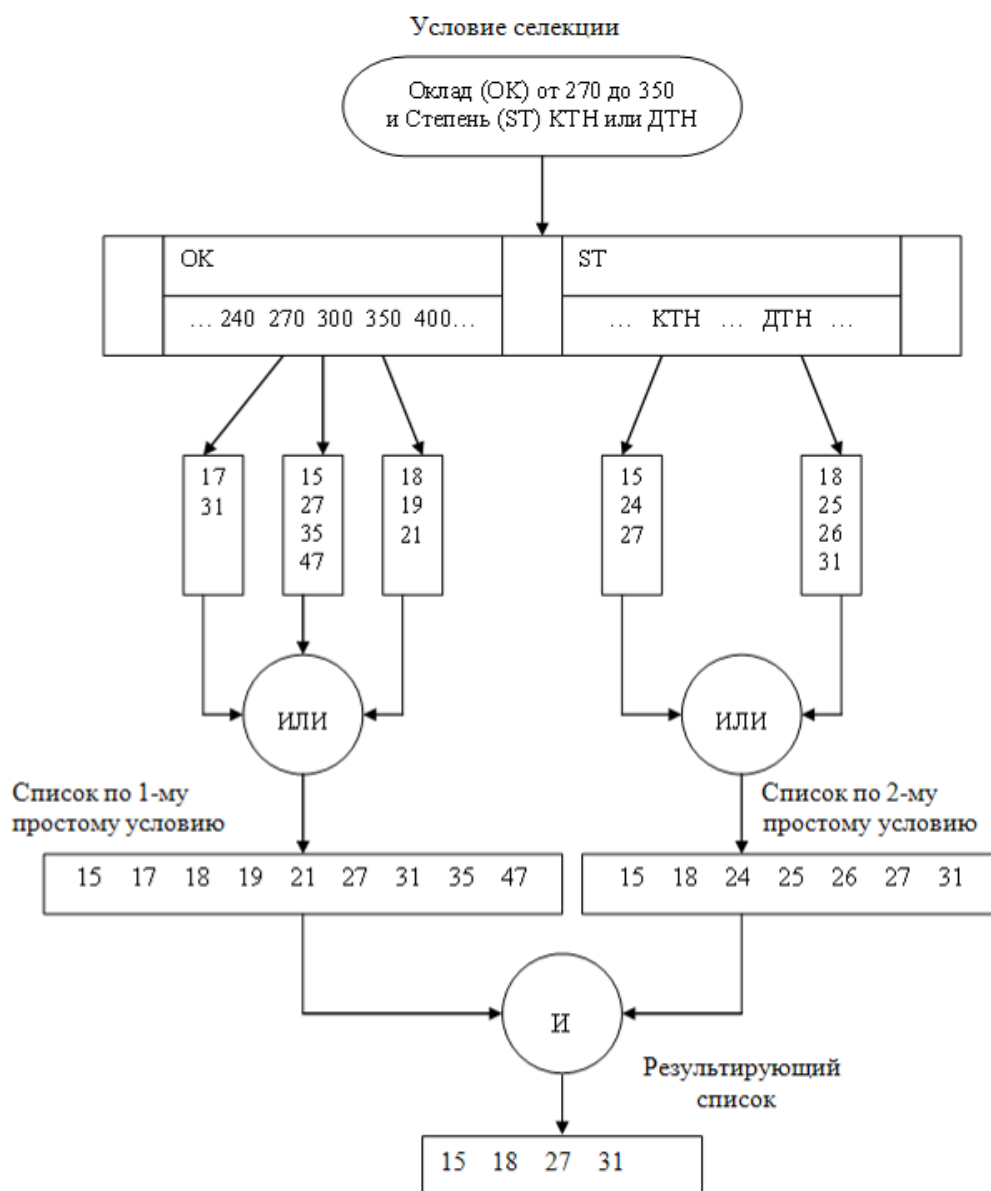


Рисунок 2 – Ассоциативный поиск записей файла

Библиографический список

1. Воронов М.П., Фатеркин А.С., Часовских В.П. Информационные технологии в управлении: СУБД ADABAS и проектирование приложений средствами NATURAL // Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2006. - 477 с.

Семенюк М.Е. (БГТУ, г. Минск, РБ) semenyuk2584@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПЕРВИЧНОМ УЧЕТЕ ЛЕСОПРОДУКЦИИ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

USE OF INFORMATION SYSTEMS AT PRIMARY ACCOUNT OF WOOD ON TIMBER ENTERPRISES

В последние годы информационные технологии, компьютеры, сотовая и спутниковая связь проникают во все сферы человеческой деятельности. На сегодняшний день уже трудно представить современное предприятие, занимающее свою нишу на рынке и претендующее на эффективную работу без информационно-вычислительных технологий, позволяющих усовершенствовать технологический процесс выпуска продукции, повысить производительность труда, уменьшить себестоимость продукции. Лесное хозяйство уже давно вовлечено в этот процесс.

На данном этапе развития лесозаготовительные предприятия при высоких объемах заготовки столкнулись с проблемой оперативного и достоверного получения первичной информации поступающей непосредственно с объектов работ в лесу.

Действующая система сбора информации построена на основе заполнения бумажных бланков установленного образца заполняемых непосредственно в полевых условиях с последующей ручной обработкой и вводом полученной информации в память головного компьютера в конторе лесхоза, леспромхоза. При получении первичной информации в силу ряда причин имеют место отклонения объемов и качества заготовленного сырья, заявленного в документах от фактически поступившего потребителю.

Одной из слабых сторон системы является и действующая схема учета лесопроductии, которая имеет следующий вид (рисунок 1). Приведенный на схеме перечень элементов носит общий характер, и в зависимости от деятельности конкретного предприятия она может несколько отличаться. Существующая методика учета древесины предусматривает наличие нескольких этапов учета древесины (ежедневный учет и ежемесячный учет). Операции по ежедневному учету заготовленной лесопроductии выполняет мастер лесозаготовок. В условиях лесосеки в его обязанности входит обмер сортиментов, определение сорта отпускаемой проductии, заполнение всей первичной документации по заготовленной проductии. В условиях погрузочного пункта под руководством мастера производится отпуск и погрузка древесины на подвижной состав. В дальнейшем данные о выполненных объемах заготовленной и отгруженной древесины передаются в лесничество, где проводятся дальнейшая совокупность операций по ежемесячному учету древесины. Данные операции могут выполняться как самим мастером, так и бухгалтером лесничества. Из представленной нами структурной схемы учета видно, что механизм учета не обеспечивает требуемой оперативности и получении информации об объемах и качестве заготовленной древесины.

Снижению оперативности получения первичной информации способствует оформление вручную работниками лесной службы в полевых условиях большого перечня документов. При ведении первичного учета о номенклатуре заготавливаемой лесопроductии (более 10) требования к точности и полноте заполнения первичных доку-

ментов довольно высоки. По своим параметрам лесоматериалы могут быть одновременно отнесены сразу к нескольким группам сортиментов, определение сортности древесины в условиях лесосеки или верхнего склада требует наличия высокой квалификации у приемщика древесины. На это расходуется время и ресурсы. Наличие нескольких промежуточных этапов учета древесины создает предпосылки к ошибкам при определении сортности древесины на каждом из них. Информация хранится на бумажных носителях, что ведет к многократному дублированию данных, замедлению информационных потоков [1].

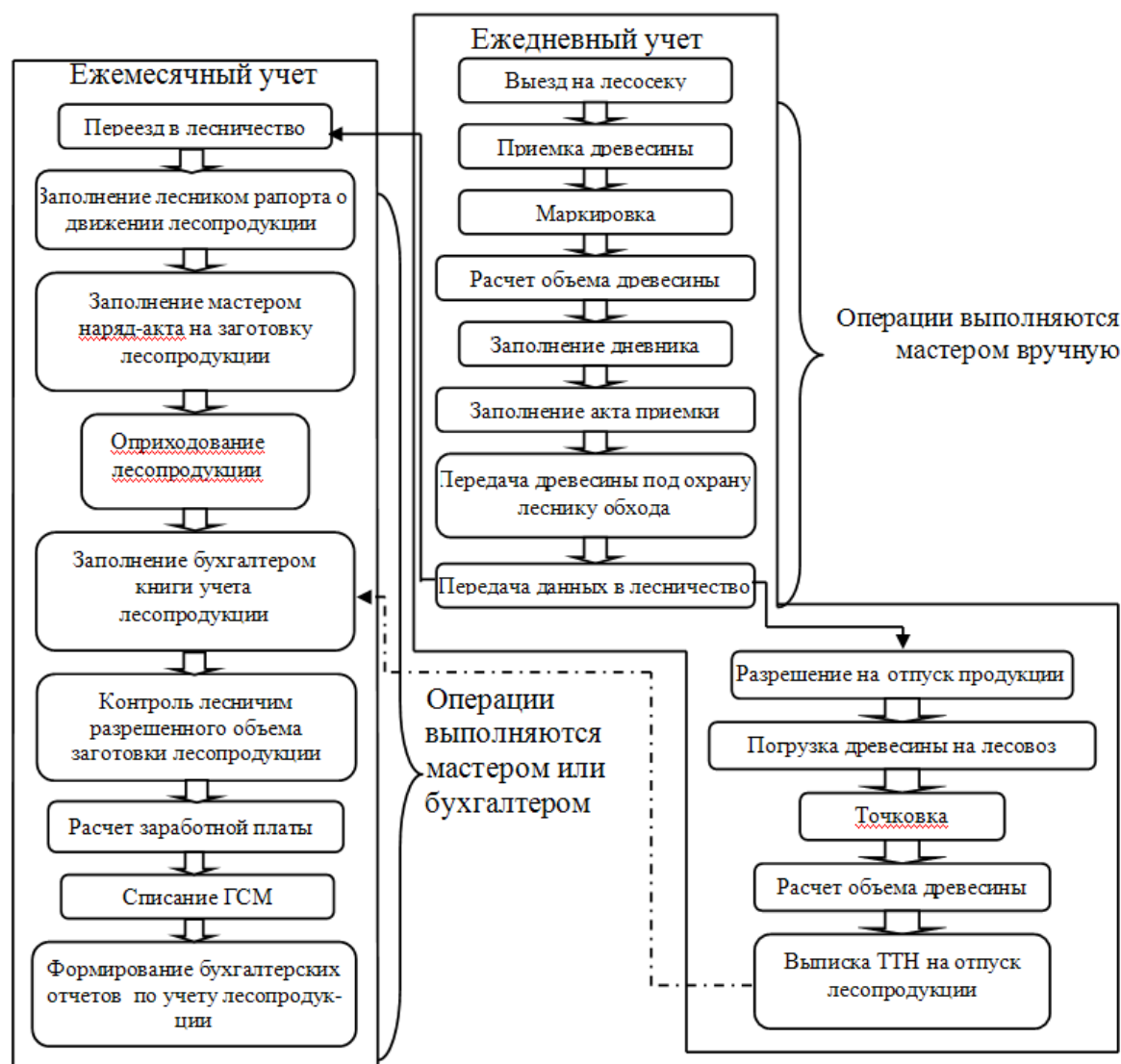


Рисунок 1 – Действующая схема учета лесоматериалов

Таким образом, при рассмотрении традиционных методик сбора, обработки и передачи первичной информации можно выявить ряд недостатков:

- ✓ многократный обмер лесопроизводства;
- ✓ большой перечень выполняемых мастером операций, что снижает производительность его труда и приводит к быстрой утомляемости;
- ✓ ручной расчет объемов заготовленной древесины в сложных климатических условиях;

- ✓ заполнение большого количества бумажных форм по первичному учету древесины;
- ✓ низкая скорость передачи информации;
- ✓ недостаточный контроль за перемещением продукции с мест заготовки к местам потребления;

Автоматизация производственных процессов позволяет повысить скорость обработки первичной информации, заменить ручной труд при обработке информации, способствует внедрению современных технологий и упрощает систему учета лесопроductии и передачи данных [2].

В основу предлагаемой системы положена идея автоматизации первичных учетных операций в условиях лесосеки (рисунок 2). Она строится на основе поштучного учета сортиментов: ведется индивидуальный учет каждого заготовленного сортимента для деловой древесины и индивидуальный учет каждого штабеля дровяной древесины.

Автоматизированная система учета заготовленных лесоматериалов состоит из двух блоков:

1. приемка заготовленной древесины;
2. отпуск древесины потребителю.

Приемка заготовленной древесины ведется с использованием программно-аппаратного комплекса, включающего регистратор (портативный компьютер, смартфон или мобильный телефон) и пакет программ, позволяющих оперативно вводить данные и автоматически производить расчеты по объемам заготовленной древесины.

В регистратор мастер леса заносит данные об объекте рубок: лесничество, квартал, выдел, вид рубки. Каждый сортимент обмеряется и заносится в регистратор поштучно. Измерения диаметров выполняется мерной вилкой, измерения длин – мерной рулеткой. Каждому бревну присваивается идентификационный код. Идентификационный код несет в себе информацию о лесничестве, квартале, выделе, где производилась заготовка древесины и порядковый номер сортимента. Данные приемки древесины заносятся мастером в регистратор. В памяти регистратора фиксируются данные каждого бревна (номер бирки, порода, диаметр, длина, класс качества).

В течение дня данные о принятой древесине накапливаются в памяти аппаратного устройства. По окончании работ информация по средствам Internet, сотовой связи GSM или по радиоканалу Bluetooth, через инфракрасный порт передается в компьютер лесничества. Вся первичная информация об объемах заготовленной и оприходованной древесины хранится в базе данных сервера лесничества. Комплекс программ установленных на сервере лесничества обеспечивает возможность автоматизированного расчета и предоставления различных видов отчетов о запасах готовой продукции, ее ассортимента, а также информацию о реализации древесины.

Отпуск древесины ведется на погрузочном пункте мастером и начинается с занесения информации о покупателе. Учет отпускной древесины может быть выполнен до или после погрузки ее на транспорт. В регистратор заносятся данные о каждом отпускаемом бревне (номер бирки) или объеме древесины из штабеля (номер бирки штабеля). После распоряжения руководителя об отпуске древесины мастер выписывает товаросопроводительную документацию подтверждающую передачу заготовленной древесины потребителю. Информация об отпущенной древесине в этот же день передается

на компьютер лесничества. Передача информации происходит в электронном виде так как и при приемке заготовленной древесины.

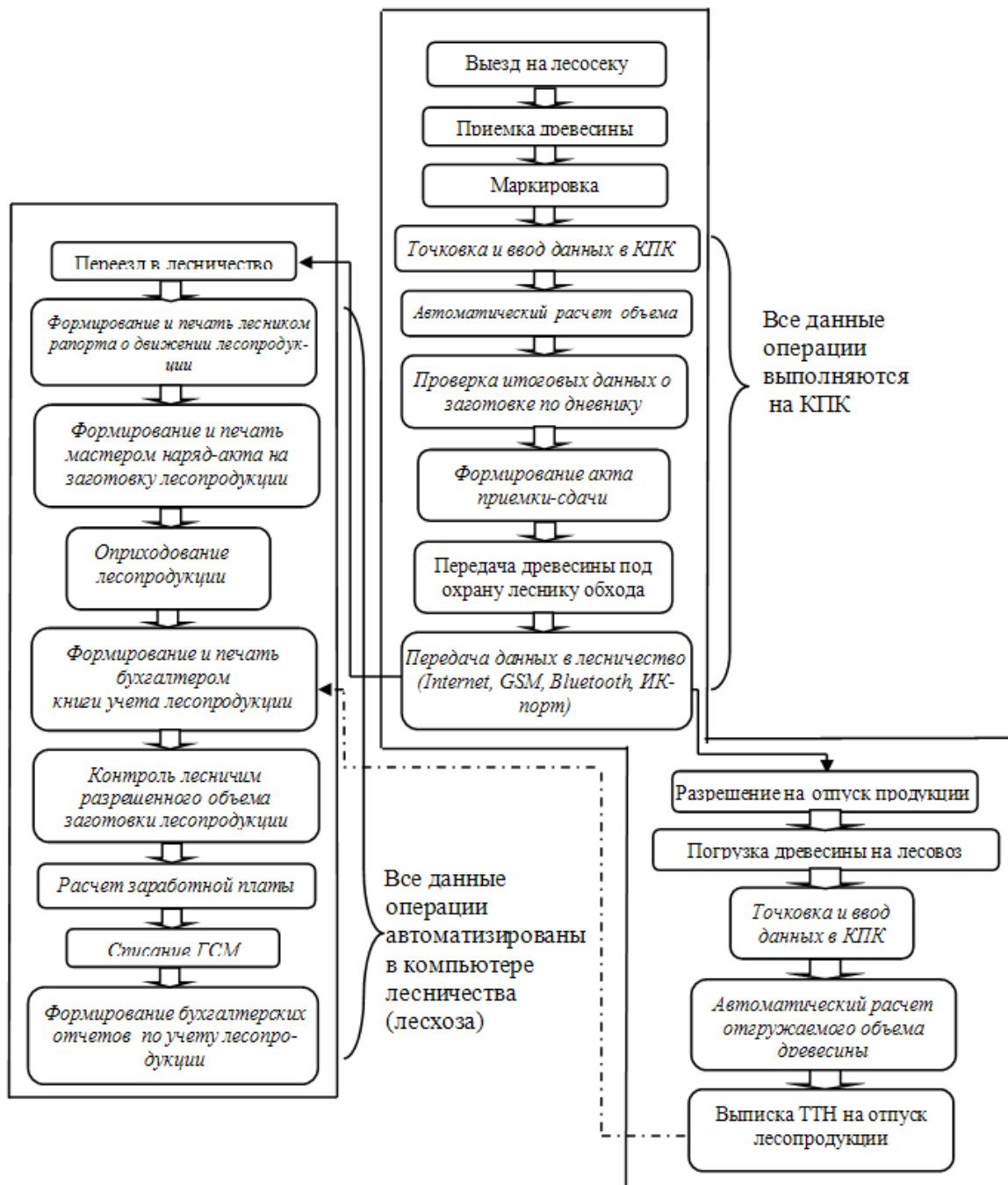


Рисунок 2 – Схема автоматизированного учета лесопроизводства

Как видно из приведенного описания, процесс учета древесины практически полностью основывается на электронном документообороте. В его основе лежит информационная система, позволяющая контролировать этапы движения древесины от ее заготовки до поставки потребителю. Такой подход позволяет избежать повторного учета лесопроизводства (сначала при приемке древесины, затем при её отпуске) и улучшить процесс выписки товаро-сопроводительной документации.

Таким образом, автоматизированная система учета и передачи данных в лесозаготовительных предприятиях может обеспечить следующие преимущества:

- ✓ возможность постоянного и оперативного контроля операций по учету и реализации лесопродукции со стороны лесхоза;
- ✓ ускорение обмена информацией между производственными подразделениями;
- ✓ автоматизация расчетов объема заготовленной древесины;
- ✓ исключение дублирования информации при ее вводе и обработке;
- ✓ интеграция автоматизированной системы с автоматизированной системой управления предприятием;

В настоящее время данная система апробируется в условиях Волковысского и Ганцевичского лесхозов Республики Беларусь.

Библиографический список

1. Смирнов, Ю. Время и деньги помогает экономить автоматизированный учет / Ю. Смирнов // Белорусская лесная газета. – 2006. – 10 августа – С. 5.
2. Хоутон, П. Современный полевой накопитель данных – требования и возможности / П. Хоутон, М.Ю. Караванов // М.: Журнал «Геопрофи». – 2003. - №1 – С. 25.

Новые технологические решения в лесозаготовках, деревообработке и отделке

Арико С.Е. (БГТУ, г Минск, РБ) sergeyariko@mail.ru

ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ МАШИН В СОСТАВЕ ХАРВЕСТЕРА И ФОРВАРДЕРА НА РУБКАХ УХОДА

TECHNOLOGIES OF DEVELOPMENT WOODCUTTING AREA WITH APPLICATION OF MACHINES SYSTEM IN STRUCTURE HARVESTER AND FORWARDER ON CABINS OF LEAVING

Наращивание объема рубок ухода и несплошных санитарных рубок объясняется прежде всего возникшей необходимостью стабилизации экологической обстановки в Беларуси и в соседних европейских странах, а также формированием спроса на заготавливаемую при этом маломерную, низкокачественную древесину, которая утилизируется преимущественно в целях получения древесного топлива. В этой связи повышение уровня механизации данной категории лесопользования представляет большой научный и практический интерес и требует разработки технологических процессов эффективного использования технических средств на предприятиях отрасли и в рамках существующих лесоводственно-экологических ограничений, изложенных в СТБ 1361-2002, СТБ 1342-2002, РДРБ 02080.019-2004 и др.

Рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание хозяйственно-ценных, высокопродуктивных устойчивых насаждений и улучшение других полезных свойств леса [1, РДРБ 02080.019-2004].

При этом основными задачами этих рубок являются:

- формирование целевого породного состава, густоты и структуры насаждений;
- повышение качества, биологической устойчивости и биологического разнообразия древостоев без снижения их селекционно-генетического потенциала;
- сохранение и усиление защитных, водоохраных, санитарно-гигиенических и других полезных свойств леса;
- своевременное использование древесины в процессе выращивания лесов и сокращение сроков выращивания технически спелой древесины;
- предотвращение избыточного накопления в лесу сухостоя, валежа и другой поврежденной древесины.

Следует отметить, что из существующих видов рубок ухода использование машинных технологий целесообразно лишь в ограниченном объеме и только для выполнения прореживаний, проходных и санитарных рубок [2].

Лесохозяйственные предприятия республики в настоящее время при проведении рубок промежуточного пользования в основном используют ручной мотоинструмент (бензиномоторные пилы, мотокусторезы), а также трелевочные машины с канаточокерным оборудованием и погрузочно-транспортные машины (форвардеры).

Основными факторами, которые до недавнего времени ограничивали применение для данного вида лесопользования многооперационных лесозаготовительных машин, таких как сучкорезно-раскряжевочных (процессоров) и валочно-сучкорезно-раскряжевочных (харвестеров) являлись:

- незначительные ежегодные объемы рубок промежуточного пользования и освоение расчетной лесосеки преимущественно лишь лесозаготовительными предприятиями;
- отсутствие в большинстве регионов промышленной переработки древесины, получаемой от рубок ухода (тонкомерное, низкокачественное древесное сырье);
- организация лесопользования только государственными предприятиями в соответствии с действующим в то время законодательством;
- отсутствие нормативной базы, однозначно определяющей необходимость проведения рубок ухода на конкретной территории и обеспечивающей контроль их выполнения;
- отсутствие практического опыта производства данного типа машин отечественными машиностроительными предприятиями и возникающая в этой связи потребность в значительных капитальных вложениях на их приобретение за рубежом, эксплуатацию и обслуживание.

Появляющаяся в связи с применением современных методов планирования лесопользования возможность выполнения, как рубок главного, так и промежуточного пользования одной системой машин также существенно расширяет область использования процессоров или харвестеров.

В свою очередь эффективная эксплуатация многооперационных лесозаготовительных машин требует детального учета всех разноплановых факторов: природно-производственных условий и параметров предмета труда, способов и технологий рубок, организации производственного процесса и других. Отвод участков для проведения рубок ухода за лесом и отбор деревьев в рубку производятся за один год до самой рубки.

Машинная заготовка древесины предусматривается в том случае, если на лесосеке имеется ликвидная древесина.

Большое распространение в последнее время получили следующие схемы разработки лесосеки с использованием системы машин «харвестер-форвардер» при заготовке сортиментов на рубках ухода:

1) Валка деревьев, подлежащих изъятию, очистка их от сучьев и раскряжевка на сортименты осуществляется валочно-сучкорезно-раскряжевочной машиной (харвестером), а сбор, погрузка и транспортировка сортиментов на погрузочный пункт с последующей их выгрузкой и штабелевкой выполняется погрузочно-транспортной машиной (форвардером).

Лесосеку разбивают на пасеки, ширина которых ограничивается вылетом гидроманипулятора харвестера (до 2 максимальных вылетов), пасечные волокни шириной 3–4 м прокладываются посередине пасек. Чтобы исключить развороты машин на концах пасек и возникающее в связи с этим повреждение растущих деревьев, что должно быть исключено, особенно при проведении рубок ухода, пасечные волокни делают закругленными с радиусом поворота около 6–7 м [3].

Валка деревьев осуществляется в просвет между оставляемым на доращивание древостоем (при проходных рубках возможна валка на стену леса с целью снижения динамических нагрузок на технологическое оборудование харвестера) со снятием дерева с пня гидроманипулятором. Поваленное дерево выносится к волоку, где выполняется очистка ствола от сучьев путем протаскивания дерева через сучкорезный механизм харвестерной головки и раскряжевка хлыста на сортименты. С целью снижения воздействия на лесосеку харвестера и форвардера сучья и ветви частично могут укладываться на волок. Осваивая пасеку, харвестер может работать с укладкой древесного сырья на одну сторону (односторонний метод) или на обе стороны (двухсторонний метод) от волока.

Форвардер, перемещаясь по волоку на безопасном от харвестера расстоянии (не менее 50 м), выполняет сбор, погрузку и транспортировку лесоматериалов на погрузочный пункт с последующей их укладкой в штабель. Для уменьшения грузовой работы сбор и укладку сортиментов на грузовую платформу ПТМ начинает с дальнего конца пасеки при движении в сторону погрузочного пункта. При этом за счет предлагаемой схемы укладки древесины у волока, погрузочно-транспортная машина осуществляет отдельную подвозку сортиментов с предварительной их подсортировкой, что способствует увеличению средней статической загрузки форвардера, сокращению времени на сбор сортиментов, их штабелевку на погрузочном пункте.

Выгрузка сортиментов может осуществляться на одну или две стороны форвардера. Таким образом, на погрузочном пункте сосредотачиваются штабеля деловых и дровяных сортиментов, которые впоследствии загружаются на лесовозный автопоезд при помощи установленного на нем гидроманипулятора.

Освоение лесосек организовано с максимальным использованием существующих технологических элементов, пригодных для транспортировки лесоматериалов. В рассматриваемых вариантах ввиду ограниченных размеров лесосек отсутствуют магистральные трелевочные волоки, а погрузочные пункты устроены у квартальных просек, что способствует сокращению материальных затрат на устройство транспортно-технологической сети.

В соответствии с противопожарными и экологическими требованиями, а также с целью содействия лесовозобновлению собранные в кучи лесосечные отходы могут быть оставлены для перегнивания. Высота куч должна составлять не более 0,5-0,7 м с их расположением в местах, свободных от подроста. Под порубочными остатками, собранными в кучи, должно быть занято не более 15 % общей площади лесосеки. Данный способ утилизации рекомендуется в том случае, когда процесс их переработки на топливную щепу не является эффективным (в районе ведения лесопользования отсутствует спрос на древесное топливо, низкая концентрация древесного сырья, высокая себестоимость его утилизации ввиду значительных транспортных расходов и др.).

2) Характерным элементом следующего технологического процесса является заготовка деловых лесоматериалов вместе с утилизацией дровяной древесины и лесосечных отходов на топливную щепу передвижной рубильной машиной в условиях погрузочного пункта. В этом случае возможно использование преимущественно барабанной рубильной машины с приводом от ВОМ трактора или от автономного двигателя.

В предлагаемом технологическом процессе сбор и транспортировка на погрузочный пункт низкокачественного древесного сырья, так же как и деловых лесомате-

риалов осуществляется форвардерами или двухзвенными погрузочно-транспортными машинами. Для сокращения времени сбора древесного сырья ПТМ, сортименты и порубочные остатки укладываются с одной стороны трелевочного волока, однако в некоторых случаях такая технология может увеличить время обработки дерева харвестером. Поэтому применение одностороннего или двухстороннего методов укладки сортиментов необходимо выполнять с учетом увязки машин в системе по производительности с целью исключения простоев техники.

Рубильная машина, перемещаясь вдоль штабеля измельчаемого древесного сырья, осуществляет его переработку с вариантами подачи щепы как в кузов автощеповоза, так и в бурт на землю.

С целью сокращения размеров технологических элементов на лесосеке, повышения организации работ на погрузочном пункте и создания условий безопасного их выполнения звено «рубильная машина - автощеповоз» рекомендуется включать в работу после завершения основных работ системой машин «харвестер-форвардер».

Этот технологический процесс проведения рубок промежуточного пользования машинным комплексом «харвестер-форвардер» имеет следующие основные отличительные элементы: заготовка деловых сортиментов из стволовой древесины и топливной щепы из низкокачественного древесного сырья и лесосечных отходов мобильной рубильной машиной с бункером для щепы.

Рубильная машина, в этом случае, перемещаясь по пасечному волоку, осуществляет сбор и подачу гидроманипулятором древесного сырья к барабанному рубильному органу с последующей загрузкой получаемой щепы в бункер. По мере заполнения бункера машина направляется на погрузочный пункт, где выгружает его в оставленный контейнер (в бурт на землю или кузов автощеповоза).

Данная технология рекомендуется для лесосек с хорошей несущей способностью грунтов ввиду значительной интенсивности движения техники по волокам.

Особенности данной технологии заготовка топливной щепы является возможность одновременной ее заготовки и сортиментов, что в свою очередь требует организации работы машин с учетом очередности разработки пасек, увязки по времени работы звена «рубильная машина–автощеповоз».

3) С целью уменьшения степени воздействия лесозаготовительных машин на лесную среду, повреждения древостоя, оставляемого на доращивание, сокращения площади сети технологических коридоров на лесосеке имеется технология разработки лесосеки харвестером и форвардером с устройством промежуточных коридоров для работы харвестера.

По данной технологии расстояние между пасечными волоками может составлять до 30-40 м.

Особенностью данной технологии является то, что харвестер начинает разработку пасеки с промежуточного коридора. Двигаясь по промежуточному коридору, харвестер выполняет только валку деревьев с последующей их укладкой в направлении ближайшего пасечного волока перпендикулярно к нему. При этом промежуточный коридор испытывает только однократное воздействие харвестера.

Затем харвестер переезжает на пасечный волок, с которого осуществляет заготовку сортиментов аналогично предыдущим схемам, а также дополнительно обрабатывает деревья, заготовленные с промежуточного волока. Для этого дерево за вершину

подтаскивается в зону обработки, выполняется его перехват за комель и последующая очистка от сучьев и раскряжевка на сортименты. Для данной технологии рекомендуется двухсторонний метод укладки сортиментов.

4) Технология разработки лесосеки с применением харвестера и форвардера на рубках ухода при наличии не эксплуатационных площадей, куртинного расположения деревьев, а также в холмистой местности.

Особенностью данной технологии является устройство криволинейных пасечных волоков с учетом характера расположения древостоя на лесосеке, не эксплуатационных площадей и труднодоступных участков.

Для всех приведенных выше технологических процессов с целью обеспечения заготовки всех назначенных в рубку деревьев оператору харвестера дополнительно может выдаваться бензиномоторная пила для обработки сильно искривленных деревьев, имеющих большую закомелистость и диаметр, превышающий допустимый характеристиками технологического оборудования харвестера. В отдельных случаях, при достаточной доли таких деревьев, а также деревьев лиственных пород, в систему «харвестер-форвардер» дополнительно вводится оператор с бензиномоторной пилой.

Библиографический список

1. Рекомендации по проведению рубок промежуточного пользования на Северо-Западе России / В. А. Ананьев, Ю.Ю. Герасимов, К.К. Демин и др. – Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии, 2004. – 48 с.

2. Разработать и внедрить технологию применения системы машин в составе валочно-сучкорезно-раскряжевочной (харвестер) и погрузочно-транспортной (форвардер) машин с созданием харвестера для рубок промежуточного пользования на базе лесного шасси 4К4: отчет о НИР / УО «Белорусский государственный технологический университет» рук. темы С.П. Мохов. – Мн., 2006. – 14 с. – № ГР 20065294.

3. Матвейко, А. П., Клоков, Д. В., Протас, П. А. Технология и оборудование лесозаготовительного производства. Практикум. – Мн. : БГТУ, 2005. – 160 с.

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОИОНИФИКАЦИИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ, ОБРАЗОВАННЫХ АЛКИДНЫМИ ЛАКАМИ НА ДРЕВЕСИНЕ

*THE EFFICACY OF USE THE AIR IONIZATION FOR
INTENSIFICATION OF DRYING PAINT COATING BASED ON ALKYDS
LACQUERS ON WOOD*

Наиболее распространенным видом пленкообразующих веществ, применяемых в лакокрасочной промышленности, являются алкидные смолы. Покрытия на их основе

обладают эластичностью, атмосферостойкостью, механической стойкостью [1]. Отверждение лакокрасочных покрытий (ЛКП) на основе алкидных смол происходит в результате испарения летучего растворителя, а также реакции цепной полимеризации, протекающей по свободнорадикальному механизму с участием кислорода воздуха. Реакция полимеризации протекает медленно, поэтому процесс отверждения покрытий на основе алкидных смол без интенсификации продолжителен и составляет от 24 до 48 часов [1]. Сократить время пленкообразования можно введением сиккативов (солей металлов переменной валентности) и нагревом.

Участие кислорода воздуха в реакции полимеризации позволяет предположить, что интенсифицировать процесс отверждения лакокрасочных материалов (ЛКМ) на основе алкидных смол можно методом аэроионизации.

Аэроионизация представляет собой метод интенсификации отверждения ЛКП, образованного жидким ЛКМ, при воздействии на него активных форм кислорода (АФК) в электрическом поле электроэффлювиального аэроионизационного устройства (ЭЭАУ). Для проверки этой гипотезы в лаборатории кафедры механической обработки древесины УГЛТУ были проведены экспериментальные исследования, цель которых – изучение влияния ЭЭАУ на процесс отверждения ЛКП, образованных алкидными ЛКМ.

Для достижения заданной цели необходимо изучение влияния ЭЭАУ на процессы:

- испарения растворителя алкидных ЛКМ (уайт-спирита);
- отверждения ЛКП, образованных алкидными ЛКМ.

Для определения кинетики испарения уайт-спирита проводилось два эксперимента: под воздействием ЭЭАУ и в естественных условиях. Уайт-спирит наливался в чашку Петри, масса чашки периодически фиксировалась. Полученные экспериментальные зависимости представлены на графике (рис. 1).

Исследование влияния ЭЭАУ на процесс отверждения пентафталевого лака ПФ-157 проводился в соответствии с планом полного факторного эксперимента для трех варьируемых факторов [3].

В качестве переменных факторов были выбраны: расстояние между образцом и ионизатором в горизонтальной плоскости (X_1); расстояние между образцом и ионизатором в вертикальной плоскости (X_2); напряжение на высоковольтном генераторе (ВВГ) (X_3). Температура (20^0 С) и влажность воздуха (60%) оставались постоянными.

В соответствии с планом эксперимента задавались определенные значения расстояния от образца до электроэффлювиального излучателя (ЭЭИ) в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также выходного напряжения на ВВГ. На подготовленных образцах подложек из древесины хвойных пород по ГОСТ 8486-86 формировалось ЛКП. Образцы помещались под ЭЭИ. Степень высыхания определялась по ГОСТ 19007-73*.

По результатам эксперимента получено уравнение регрессии в натуральных значениях:

$$Y = 27,478 - 1,6X_1 + 6,563X_2 - 0,702X_3 + 0,09X_1X_3 \quad (1)$$

где Y – время отверждения ЛКП, образованного алкидным ЛКМ, ч.

По уравнению регрессии (1) построены графики зависимости времени отверждения от расстояния между образцом и ЭЭИ в вертикальной (рис. 2) и в горизонтальной (рис. 3) плоскостях.

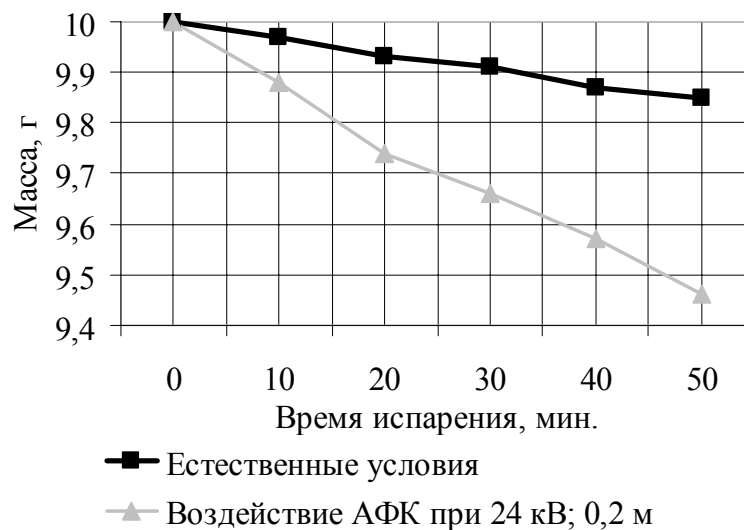


Рисунок 1 - Графики кинетики испарения растворителя

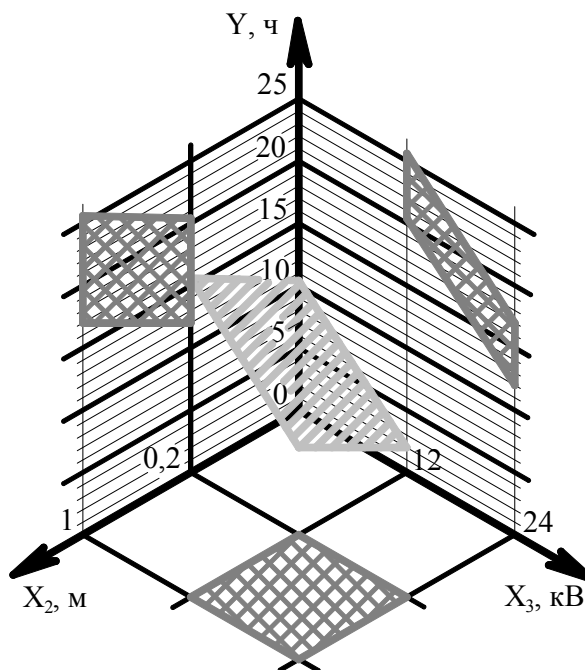


Рисунок 2 - График зависимости времени отверждения Y алкидного лака ПФ-157 от расстояния между образцом и ионизатором в вертикальной плоскости X_2 и напряжением на ВВГ X_3

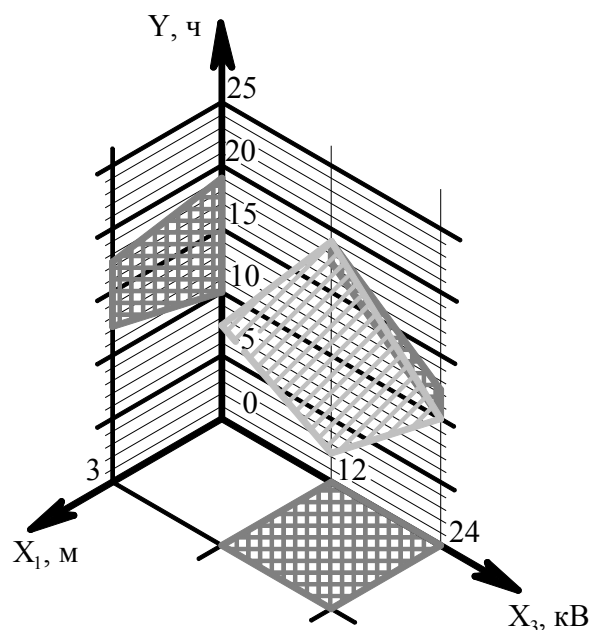


Рисунок 3 - График зависимости времени отверждения Y алкидного лака ПФ-157 от расстояния между образцом и ионизатором в горизонтальной плоскости X_1 и напряжением на ВВГ X_3

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Скорость испарения органического растворителя под действием электрического поля ЭЭАУ при напряжении 24 кВ на расстоянии от ионизатора 0,2 м протекает в 3,6 раза быстрее по сравнению с естественными условиями.

2. Аэроионизация позволяет сократить процесс отверждения ЛКП, образованных алкидными ЛКМ в 2 раза по сравнению с естественными условиями за счет повышения скорости испарения растворителя алкидных ЛКМ (уайт-спирита), влияния на молекулы ЛКМ электрического поля, а также участия в реакции полимеризации АФК.

3. Анализ уравнения регрессии (1) и графических зависимостей (рис. 2 и 3) позволяет оценить направление влияния факторов на выходной параметр Y :

- при сокращении расстояния между образцом и ЭЭИ в вертикальной плоскости X_2 время отверждения ЛКП сокращается (прямая пропорциональная зависимость);

- при сокращении расстояния между образцом и ЭЭИ в горизонтальной плоскости X_1 и увеличении напряжения на ВВГ X_3 время отверждения ЛКП также сокращается;

- при сокращении расстояния между образцом и ЭЭИ в горизонтальной плоскости X_1 и снижении напряжения на ВВГ X_3 время отверждения ЛКП увеличивается.

- оптимальное сокращение времени отверждения ЛКП достигается при сокращении расстояния между образцом и ЭЭИ в горизонтальной и вертикальной плоскостях и увеличении напряжения на ВВГ.

4. Изучение свойств ЛКП, образованных алкидными смолами показывает, что воздействие АФК позволяет повысить твердость пленки и прочность при ударе; показатели эластичности и адгезии не изменяются [4].

5. Перспективность аэроионизации обусловлена относительно невысокой мощностью энергопотребления, которая не превышает 26 Вт.

1. Сорокин, М. Ф. Химия и технология пленкообразующих веществ [Текст]: Учебник для вузов / М. Ф. Сорокин, З. А. Кочнова, Л. Г. Шодэ.; М.: Химия, 1989. 480 с.
2. 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.
3. Пен, Р.З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства [Текст]: Учеб. пособие / Р.З. Пен.; Красноярск: Изд-во КГУ, 1982. 192 с.
4. Газеев, М.В. Нетрадиционный подход к отверждению лакокрасочных покрытий на древесине [Текст] / М. В. Газеев, И. В. Жданова, Е.В. Лещев // Урал промышленный – Урал полярный: социально-экономические проблемы лесного комплекса: материалы международной научно-технической конференции / Екатеринбург, УГЛТУ. Екатеринбург, 2007. Ч. 1. С. 119-122.

Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
elenashishkina@yandex.ru

МОДЕЛИ ВЛАГОПЕРЕНОСА В КОЛЛОИДНОЙ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЕ ДРЕВЕСИНЫ

THE MODELS OF TRANSFER A MOISTURE IN COLLOID CAPILLARY- POROUS STRUCTURE OF WOOD

Свойства древесины и ее взаимодействие с водой определяется химическим составом древесинного вещества, тонкой структурой клеточных стенок, строением и пространственным расположением отдельных анатомических элементов, из которых построена древесина и их совокупностей, а также связью между ними [1 – 4].

Ряд ученых (П.Н. Одинцов, П.П. Эриньш [5], Н.Н. Федякин, Б.С. Чудинов [6], A.J. Stamm, W.E. Smith [7] и др.) являются сторонниками коллоидной природы влажных клеточных стенок древесины и при этом считают, что основным носителем сорбционных свойств древесины является система, так называемых, “непостоянных” капилляров клеточных стенок, обладающая во много раз большей удельной поверхностью, чем постоянные капилляры. При увлажнении их размеры увеличиваются, приобретая максимальную величину при влажности вблизи предела насыщения клеточных стенок. При десорбции воды непостоянные капилляры в клеточных стенках не опустошаются, а постепенно суживаются до их полного исчезновения в абсолютно сухом состоянии.

При анализе процессов взаимодействия древесины с водой Б.С. Чудинов [6] предложил ряд моделей пористой структуры древесины с постоянными капиллярами различной формы сечения. Однако моделей клеточной стенки с учетом ее коллоидной природы предложено не было. Следовательно, необходимость разработки такой модели очевидна.

В основу модели коллоидной капиллярно-пористой структуры древесины положены следующие принципы:

1. Свободная влага располагается в системе макрокапилляров, а связанная – в системе непостоянных микрокапилляров.

2. Система макрокапилляров древесины моделируется следующими анатомическими элементами:

- хвойные породы – ранние и поздние трахеиды;
- лиственные породы – сосуды (с учетом сердцевинных лучей) и древесные волокна.

3. Система непостоянных микрокапилляров представляет собой совокупность отверстий цилиндрической формы в клеточных стенках древесины, радиус которых функционально зависит от влажности древесины в гигроскопической области:

$$r_k = -8,2 \cdot 10^{-6} W^4 + 5,537 \cdot 10^{-4} W^3 - 0,013 W^2 + 0,159 W, \text{ нм} \quad (1)$$

где W – влажность древесины, %.

4. К допущениям при моделировании относится то, что пористость клеточной стенки непропорциональна базовой плотности древесины.

Результатами расчета является определение следующих параметров модели для четырех пород древесины (сосна, лиственница, береза, дуб):

- внутренняя поверхность (для систем макро- и микрокапилляров);
- объем капилляров (для каждой из систем и суммарный);
- пористость;
- максимальная влажность.

Анализ расчетных параметров моделей позволяет сделать следующие выводы:

1. Структура моделей позволяет охватывать широкий диапазон влажности древесины, от 5 до 120 – 160 %.

2. Пористость древесины на моделях на 7 – 11 % меньше, чем по различным экспериментальным данным, приводимым в литературе [1 – 4], однако это не снижает достоверность моделирования.

3. Модели пригодны для аналитического определения параметров массопереноса для древесины различных пород.

Для капиллярно-пористых тел, каким является древесина, влагообмен со средой происходит за счет удаления жидкости из капилляров, выходящих на поверхность.

При равновесии жидкости в капилляре над ее мениском на стенке образуется полимолекулярная пленка с толщиной, уменьшающейся вверх по определенному закону, который может быть найден, если известно расклинивающее давление Π или насыщенность пара ϕ пленки в функции ее толщины h (рис. 1).

Если парциальное давление паров жидкости отличается от того, которое отвечает равновесию жидкости с мениском в капилляре, то будет идти либо испарение, либо конденсация на мениске.

Если радиус капилляра r не более 10^{-5} м, то скорость этого процесса определяется не только потоком диффузии пара через газ, но и потоком, переносимым пленкой влаги, при ее течении под влиянием градиента толщины h . Для оценки вклада пленочного механизма было использовано уравнение Дерягина – Нерпина.

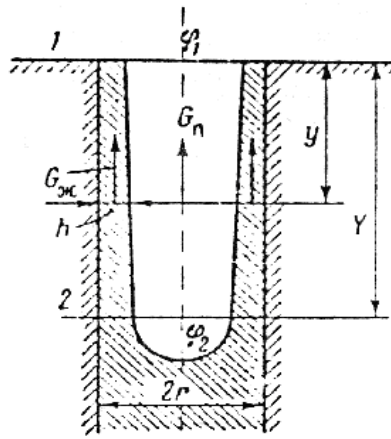


Рисунок 1 – Физическая модель распределения жидкой фазы в древесном капилляре

Из условия стационарности процесса следует, что суммарная скорость испарения G равна

$$G = G_n + G_{ж}, \quad (2)$$

где G_n – поток пара;

$G_{ж}$ – поток жидкости в пленке.

Используя преобразования Н.В. Чураева [8] были получены расчетные формулы для определения G_n и $G_{ж}$ для случая полного смачивания стенок капилляра водой и без учета возможного влияния термовлагопроводности.

В результате проведенных последующих вычислений и их анализа получены следующие результаты.

На рисунке 2 приведены значения нормированного коэффициента влагопроводности для различных пород древесины в функции влажности, описываемые следующими уравнениями регрессии:

Сосна

$$\bar{a}_m = -1,695 \cdot 10^{-9} W^5 + 5,775 \cdot 10^{-7} W^4 - 6,057 \cdot 10^{-5} W^3 + 2,063 \cdot 10^{-3} W^2 + 5,764 \cdot 10^{-3} W + 0,169 \quad (3)$$

Лиственница

$$\bar{a}_m = -3,362 \cdot 10^{-11} W^5 + 2,43 \cdot 10^{-7} W^4 - 3,786 \cdot 10^{-5} W^3 + 1,429 \cdot 10^{-3} W^2 + 0,013 W + 0,146 \quad (4)$$

Береза

$$\bar{a}_m = -1,302 \cdot 10^{-9} W^5 + 4,958 \cdot 10^{-7} W^4 - 5,502 \cdot 10^{-5} W^3 + 1,904 \cdot 10^{-3} W^2 + 7,60 W + 0,163 \quad (5)$$

Дуб

$$\bar{a}_m = -1,096 \cdot 10^{-9} W^5 + 4,547 \cdot 10^{-7} W^4 - 5,222 \cdot 10^{-5} W^3 + 1,826 \cdot 10^{-3} W^2 + 8,459 \cdot 10^{-3} W + 0,16 \quad (6)$$

Общий характер зависимостей напоминает кривые, полученные W. Wissman и H. Shauss [9, 10]. Кроме того, характер изменения влагопроводности древесины соответствует уравнению проницаемости для массива древесины с непрерывно меняющейся влажностью, предложенному Б.Д. Руденко

$$I = I_0 e^{-\alpha_0 \int u dl}, \quad (7)$$

где I_0 – номинальная проницаемость древесины;

α_0 – коэффициент проницаемости;

u – влажность;

l – толщина слоя.

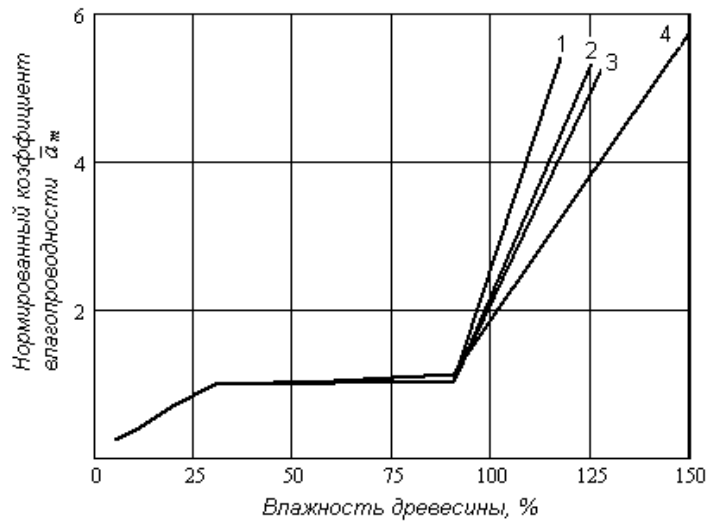


Рисунок 2 – Зависимость нормированного коэффициента влагопроводности от влажности древесины: 1 – лиственница; 2 – дуб; 3 – береза; 4 – сосна

Что касается расчетной величины критерия фазового превращения (рис. 3), то она также существенно зависит от влажности. Математическая обработка результатов вычислений позволила получить следующие уравнения регрессии для определения величины ε.

Сосна

$$\varepsilon = 4,18 \cdot 10^{-9} W^4 + 1,127 \cdot 10^{-6} W^3 - 3,62 \cdot 10^{-4} W^2 + 0,019W + 0,441 \quad (8)$$

Лиственница

$$\varepsilon = 1,354 \cdot 10^{-9} W^4 + 1,634 \cdot 10^{-6} W^3 - 3,902 \cdot 10^{-4} W^2 + 0,02W + 0,439 \quad (9)$$

Береза

$$\varepsilon = -1,411 \cdot 10^{-8} W^4 + 4,99 \cdot 10^{-6} W^3 - 5,975 \cdot 10^{-4} W^2 + 0,024W + 0,42 \quad (10)$$

Дуб

$$\varepsilon = -2,027 \cdot 10^{-8} W^4 + 6,387 \cdot 10^{-6} W^3 - 6,855 \cdot 10^{-4} W^2 + 0,026W + 0,412 \quad (11)$$

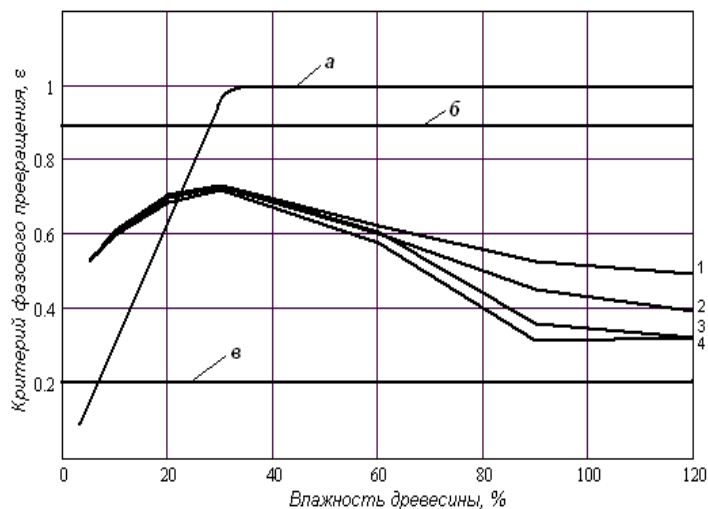


Рисунок 3 – Зависимость критерия фазового превращения от влажности древесины 1 – дуб; 2 – береза; 3 – лиственница; 4 – сосна; а – данные W. Wissmann [9]; б – данные В.В. Сергеева [11]; в – данные А.В. Лыкова и Ю.А. Михайлова [12]

В дальнейшем, используя полученные выше соотношения для G_n и i , а также известное соотношение А.В. Лыкова [12] для плотности потока влаги

$$i = \alpha_m \rho_n (u_n - u_p), \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \quad (12)$$

где α_m – коэффициент влагообмена, м/с;

ρ_n – плотность пара, кг/м³;

u_n – влажность испаряющей поверхности;

u_p – равновесная влажность среды.

Было получено выражение для определения коэффициента влагообмена древесины

$$\alpha_m = \frac{8,085 \cdot 10^{-6} T}{\varepsilon \ln \frac{100u_p}{7,36 - 0,015T}}, \text{ м}/\text{час} \quad (13)$$

При этом выражение (13) справедливо для случая турбулентного обтекания сохнущего тела средой. Для случая ламинарного обтекания, которое, например, имеет место при естественной циркуляции агента, выражение (13) приобретает вид

$$\alpha_m = \frac{8,085 \cdot 10^{-6} T \sqrt{\frac{V_u}{V_{u,кр.}}}}{\varepsilon \ln \frac{100u_p}{7,36 - 0,015T}}, \text{ м}/\text{час} \quad (14)$$

где V_u – скорость циркуляции, м/с;

$V_{u,кр.}$ – критическое значение скорости циркуляции при $Re = 2320$.

Выводы:

1. Коллоидная капиллярно-пористая структура древесины может быть промоделирована системами микрокапилляров, представляющих собой части анатомических элементов древесины и непостоянных микрокапилляров, радиус которых функционально зависит от влажности древесины в гигроскопической области.

2. Для капиллярно-пористых тел, каким является древесина, влагообмен с внешней средой происходит за счет удаления влаги из капилляров выходящих на поверхность. Проблема капиллярного переноса достаточно хорошо изучена, однако к анализу процессов влагоудаления при сушке подобный подход практически не применялся. Для оценки вклада пленочного механизма в общий поток влаги может быть использовано уравнение Дерягина – Нерпина.

3. Полученные в результате анализа моделей капиллярного испарения зависимости нормированного коэффициента теплопроводности древесины показали их существенную зависимости от влажности древесины. Характер данных зависимостей напоминает данные известных немецких исследователей свойств древесины W. Wissmann и H. Shauss, а также вполне соответствует уравнению проницаемости для массива древесины, полученные Б.Д. Руденко.

4. В результате определения соотношения между капиллярным испарением и пленочным переносом получены зависимости критерия фазового превращения ε в функции влажности древесины. Значения ε , получаемые согласно указанным зависимостям также вполне соответствуют данным различных исследователей.

5. Значения коэффициента внешнего влагообмена древесины зависят от абсолютной температуры, равновесной влажности среды и критерия фазового превращения, а при ламинарном характере потока газа, обтекающего сохнувшее тело, еще и от скорости циркуляции.

Библиографический список

1. Перельгин, Л.М. Строение древесины [Текст] / Л.М. Перельгин. М.: Гослесбумиздат, 1954. 200 с.
2. Никитин, В.М. Химия древесины [Текст] / В.М. Никитин, А.В. Аболенская, В.П. Щеголев. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 368 с.
3. Химия древесины (т. II) [Текст] / Перевод со второго американского издания под ред. В.Д. Богомолова. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960.
4. Фенгел, Д. Древесина (химия, ультраструктура, реакции) [Текст] / Д. Фенгел, Г. Вегенер. М.: Лесн. пром-сть, 1988.
5. Клеточная стенка древесины и ее изменения при химическом воздействии [Текст]. Рига: Зинатне, 1972. 501 с.
6. Чудинов, Б.С. Вода в древесине [Текст] / Б.С. Чудинов. Новосибирск: Наука, 1984. 267 с.
7. Stamm, A.J. Lamina sorption and swelling theory for wood and cellulose [Text] / A.J. Stamm, W.E. Smith // Wood Sci. and Techn. 1969. V. 3, P. 301 – 323.
8. Чураев, Н.В. Физико-химия процессов массопереноса в пористых телах [Текст] / Н.В. Чураев. М.: Химия, 1990. 272 с.
9. Wissmann, W. Über das Verhalten von Baustoffen gegen Feuchtigkeitseinwirkungen aus der umgebenden Luft [Text]: Diss T.H. / Wissmann W. Darmstadt. 1954. D. 17.
10. Shauss, H. Physikalische Vorgänge der Feuchtigkeitsbewegung und ihre Auswirkungen bei den verschiedenen Verfahren der Holz Trocknung [Text] / Diss T.H. / Shauss H. Darmstadt. 1940. D. 87.
11. Сергеев, В.В. Повышение эффективности сушки пиломатериалов в камерах малой мощности [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук / Сергеев Валерий Васильевич. СПб.: СПбЛТА им. С.М. Кирова, 1999.
12. Лыков, А.В. Теория тепло- и массопереноса [Текст] / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. М.: Госэнергоиздат, 1963. 535 с.

**Добрынина С.В., Пономарев О.С., Палтусова Е.А., Климов Л.А.,
Гиндулин И.К., Юрьев Ю.Л. (УГЛТУ, г. Екатеринбург) tradeek@mail.ru**

ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ ИЗ ОСИНОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ

CHARCOAL FROM ASPEN WOOD

Осина занимает второе место по запасам древесины среди лиственных пород на территории Российской Федерации. В тоже время осина является быстрорастущей породой, которая преимущественно первой вырастает на вырубках. Вследствие этого в

наиболее легко доступных для вырубки лесах вблизи лесоперерабатывающих предприятий основной породой часто является именно осина. Однако древесина осины не находит широкого применения, что обусловлено такими недостатками как высокая влажность, большая вероятность поражения сердцевины гнилью, высокая зольность и т.п.

По нашему мнению получение древесного угля из древесины осины является перспективным направлением ее переработки.

Одним из важнейших факторов, определяющим выход и качество получаемого древесного угля, является конечная температура пиролиза. Выход древесного угля из древесины осины в зависимости от конечной температуры пиролиза (рис.1) подчиняется следующему уравнению с достоверностью 0,95:

$$B = \frac{0,062 \cdot T}{0,0045 \cdot T - 1}; \quad (1)$$

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

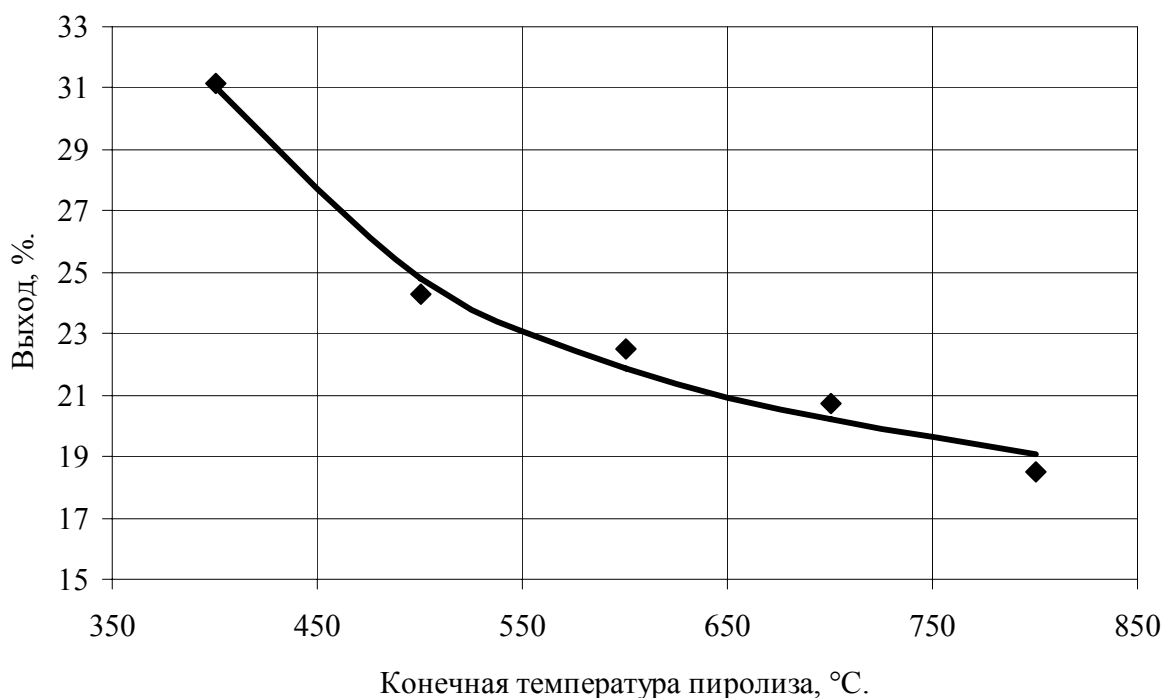


Рисунок 1 – График зависимости выхода угля из древесины осины от конечной температуры пиролиза

Наиболее важными показателями древесного угля являются содержание нелетучего углерода и золы.

Исследования показали, что при конечной температуре пиролиза от 400 до 700 °С содержание нелетучего углерода в угле из осины изменяется по следующему уравнению с достоверностью 0,95:

$$U = 53,35 \cdot \ln T - 254,17; \quad (2)$$

где U – содержание нелетучего углерода, %;
 T – конечная температура пиролиза, °С.

При конечной температуре пиролиза выше 700°С содержание нелетучего углерода в осиновом угле изменяется незначительно, что видно из рисунка 2. Из получен-

ных данных видно, что требованиям ГОСТа по содержанию нелетучего углерода соответствует уголь, полученный при конечной температуре пиролиза выше 600 °С.

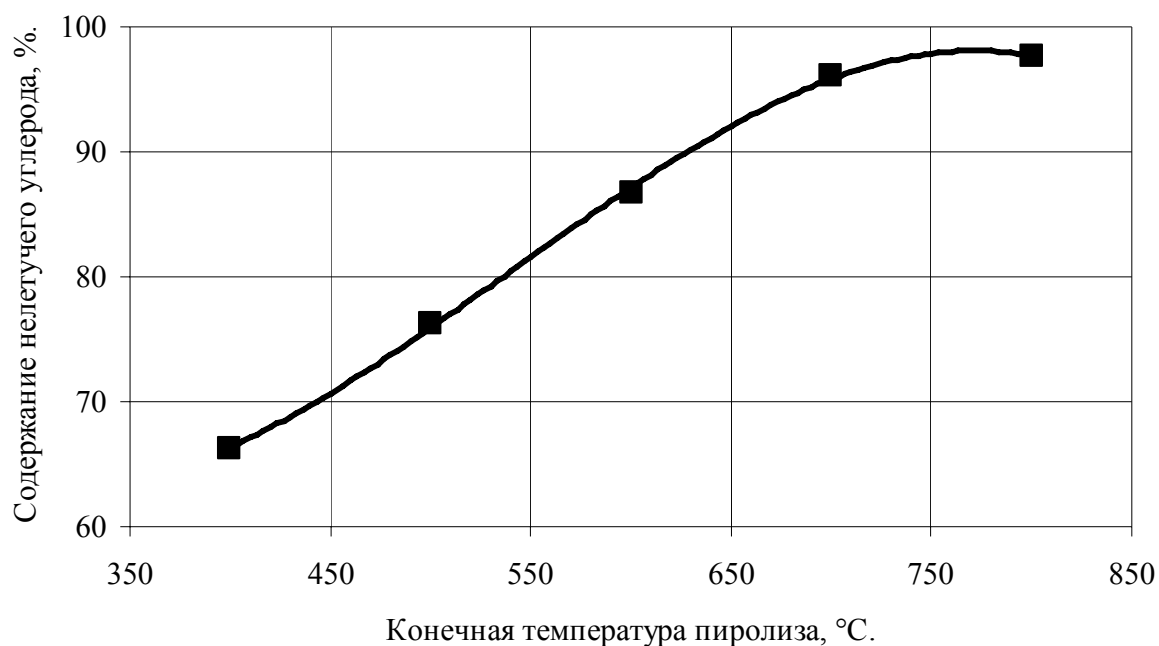


Рисунок 2 – График зависимости содержания нелетучего углерода в угле из древесины осины от конечной температуры пиролиза

Зольность угля изменяется в зависимости от конечной температуры пиролиза согласно следующему уравнению с достоверностью 0,95:

$$Z = 0,8153 \cdot \ln T - 3,7353; \quad (3)$$

где Z – зольность угля, полученного из древесины осины, см³/г;
 T – конечная температура пиролиза, °C.

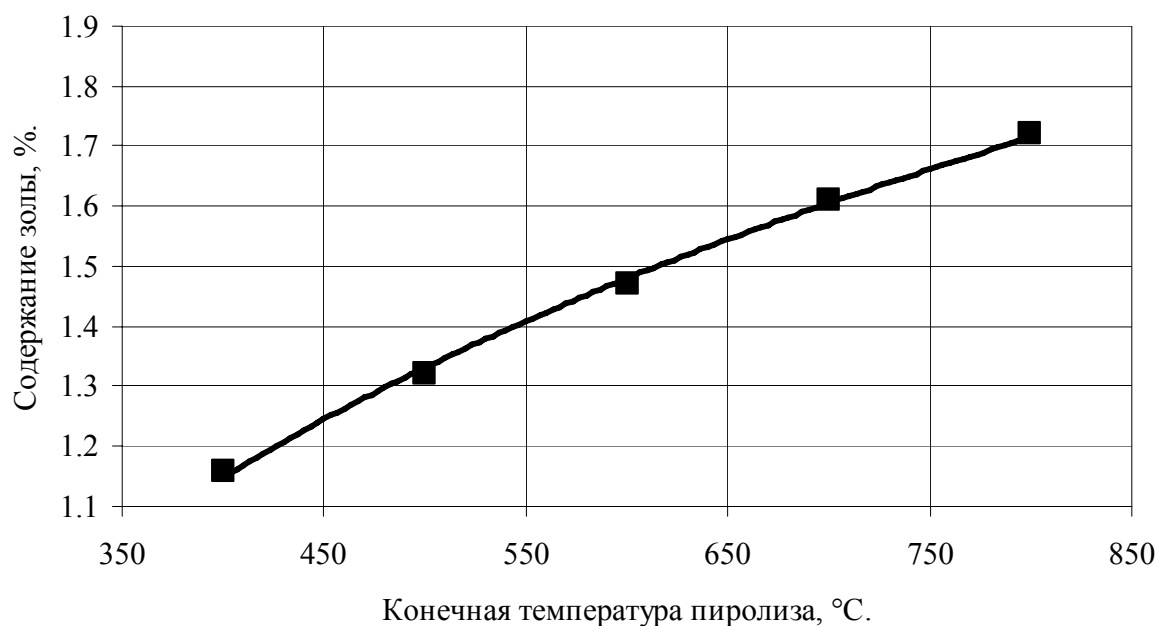


Рисунок 3 – График зависимости содержания золы в угле из древесины осины от конечной температуры пиролиза

Из рисунка 3 следует, что зольность осинового угля соответствует требованиям как отечественного стандарта 7657, так и требованиям европейского стандарта DIN 51749 [1].

Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Изучены зависимости основных показателей качества осинового угля от конечной температуры пиролиза.
2. Показано, что осиновый уголь, полученный при температуре 500...600⁰С, отвечает требованиям, предъявляемым к древесному углю марки Б второго сорта, а полученный при температуре выше 600⁰С – древесному углю марки Б первого сорта.

Библиографический список

1. Юрьев Ю.Л. Древесный уголь [Текст]: справочник / Ю.Л. Юрьев; Екатеринбург: изд-во «Сократ». – 2007. – 184 с.

Зимаков С.Л., Незнанов С.А.

(ООО СЕНЕЖ-ПРЕПАРАТЫ, г. Москва, РФ) corp@seneg.ru

ПАРАДОКСЫ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

PARADOXES OF WOOD PROTECTION

До недавнего времени применение защитных составов требовало наличия соответствующего оборудования, и, далеко не каждое предприятие располагало необходимыми технологическими возможностями.

И только с появлением принципиально нового антисептика «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС», процесс защиты древесины стал доступным широкому кругу лесозаготовителей и лесозэкспортёров.

Стереотипы и ограничения.

Уже на этапе хранения и транспортировки, древесина подвержена интенсивному воздействию древообрастающих и плесневых грибов. Потери от плесени и синевы станут неотъемлемыми атрибутами теплого периода, если не принять меры. Антисептирование – наиболее доступное решение проблемы.

Применение транспортных антисептиков оправдано их невысокой стоимостью, простотой использования и небольшой продолжительностью процесса антисептирования.

Для защиты свежеспиленных пиломатериалов от синевы и плесени на время сушки, хранения и транспортировки применяют различные способы антисептирования. Выбор наиболее приемлемого способа определялся не только технологическими возможностями деревообрабатывающего предприятия, но и характеристиками самого защитного средства. Сроки защиты, продолжительность процесса антисептирования, ус-

ловия хранения и эксплуатации антисептированного пиломатериала – всё это в значительной мере зависело от свойств выбранного антисептика.

Именно свойствами защитных составов и были продиктованы требования к оборудованию для антисептирования древесины.

Лишь появление первого настоящего транспортного антисептика «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» разрушило устоявшиеся стереотипы.

Парадоксы «умышленных» заблуждений.

«Антисептик нового поколения» – модное выражение, активно используемое производителями защитных составов. Удивительно, но многие из этих же производителей не скрывают, что изготовленные ими защитные средства является полным аналогом какого-нибудь зарубежного антисептика, производимого по устаревшей рецептуре 30-летней давности. Ещё одна парадоксальная ситуация, не правда ли?

Получается, что, предлагая, подобную продукцию, недобросовестные производители завоёвывают рынок путём фальсификаций, выдавая свой состав за какой-нибудь более известный и давно устаревший продукт.

Очевидно, всецелая ориентация таких производителей на получение прибыли, не предполагает наличие ресурса, требующегося для проведения фундаментальных исследований и разработки новых рецептур защитных составов. Вполне возможно, именно такой подход, стал причиной поверхностного и зачастую ложного понимания этими «производителями» проблем защиты древесины.

Следует особо отметить, что проведение серьёзных исследований под силу только специализированным предприятиям, т.к. это дело весьма продолжительное и затратное. Некоторые эксперименты занимают до полугода и требуют серьёзного финансирования. Видимо по этой причине лишь единицы производителей располагают подобными возможностями.

Важной деталью таких исследований является то, на каких штаммах микроорганизмов проводится тестирование защитного состава. Очень важно проверять антисептики именно на тех культурах, которые распространены в той природно-климатической зоне, где древесина и подвергается их воздействию. Вот почему иногда зарубежные средства в России дают осечку.

С целью безболезненного выхода на Российский рынок транспортных антисептиков многие зарубежные производители защитных средств создают некий миф вокруг своего состава. Как показывает практика, на самом деле, рецептуры таких средств построены на основе простых, тоннажных продуктов, и не содержат никаких уникальных соединений. Этим и объясняется большое количество отечественных аналогов зарубежной продукции. Сами же по себе такие составы проявляет крайне слабые антисептические свойства и эффективны лишь при очень высоких концентрациях.

Ужесточения экологического законодательства в Европейских странах, часто становится причиной притока на отечественный рынок, защитных средств, запрещённых в Европе. Примером могут служить составы на основе таких компонентов, как карбендазим и прохлораз. По вполне понятным причинам, древесина обработанная такими составами не может быть экспортирована.

Парадоксы технологий.

Подавляющее большинство существующих на отечественном рынке транспортных антисептиков защищают древесину лишь на непродолжительный период - 2-4 месяцев. В ряде же случаев, требуется обеспечить гораздо более продолжительные сроки защиты, т.к. период хранения или транспортировки пиломатериалов может значительно затянуться по различным причинам. Получается, что на самом деле не все транспортные антисептики целиком оправдывают своё назначение, и способны полностью решать задачу защиты пиломатериалов на требуемый период, а значит, Для защиты свежеспиленных пиломатериалов от синевы и плесени используют следующие способы антисептирования:- нанесение кистью;- опрыскивание;- погружение.

И снова ограничения - далеко не многие из антисептиков, можно наносить всеми перечисленными способами. Одни из защитных составов вызывают коррозию чёрных металлов, другие безвозвратно теряют защитные свойства в бетонных пропиточных ваннах или при контакте с железным оборудованием, третьи отличаются повышенным пенообразованием или расслаиваются при низких температурах. И всё же, исчерпывающее решение проблемы потерь от «синевы» и плесени найдено.

Проверенные решения.

Специализированной Российской компанией, нацеленной на углубленное изучение проблем защиты древесины, под торговой маркой «СЕНЕЖ» был разработан широко известный защитный состав «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС».

Это первый современный транспортный антисептик полностью решающий проблему защиты пиломатериалов от «синевы» и плесени.

Благодаря сбалансированной рецептуре входящих в него компонентов, антисептик «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» обеспечивает защиту пиломатериалов на средний срок 6-8 месяцев. Устойчивость к вымыванию вкупе с беспрецедентной стабильностью состава в пропиточном оборудовании поставило антисептик «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» вне конкуренции на отечественном рынке.

Отсутствие ряда недостатков свойственных традиционным транспортным антисептикам стало причиной массового практического использования защитных средств СЕНЕЖ ведущими предприятиями отрасли. Небывалый рост популярности антисептиков СЕНЕЖ, специалисты расценивают как результат их многократного успешного применения многочисленными деревообрабатывающими компаниями.

В отличие от давно устаревших антисептиков, новый защитный состав «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» пригоден для антисептирования древесины с использованием самого разнообразного пропиточного оборудования. Появление такой возможности расширило границы творческой мысли деревообрабатывающих предприятий и развязало руки производителям оборудования для антисептирования древесины. Различные конструкции пропиточного оборудования, в свою очередь, позволили адаптировать процесс антисептирования под индивидуальные возможности каждой деревообрабатывающей компании. Новый транспортный антисептик «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» лишён недостатков, свойственных подавляющему большинству защитных составов, имеющих на

отечественном рынке. Эффективность препарата подтверждена микробиологическими испытаниями. При этом стоимость антисептирования незначительна!

Изготовленный по принципиально новой рецептуре, антисептик не содержит запрещённых в странах ЕЭС соединений, что открывает безграничные возможности для успешного экспорта пиломатериалов обработанных этим революционным защитным средством.

Парадокс отечественного производства.

Россия – страна контрастов и парадоксов. И отечественный рынок средств для защиты пиломатериалов от плесневых и древоокрашивающих грибов не стал исключением. Рынок насыщен не только предложениями оригинальных защитных составов отечественного и зарубежного производства, но и клонированными «аналогами» этих составов. Лишь немногие из представленных антисептиков в полной мере удовлетворяют потребностям лесозаготовителей и лесо-экспортёров.

Объективную же оценку эффективности защитных средств по отношению к различным биоразрушителям древесины можно дать только путём тестовых испытаний. Только компании всецело специализирующиеся на разработке и производстве средств для защиты древесины и обладающие исследовательскими лабораториями и высокотехнологичным производством, могут располагать подобными возможностями.

В то же время, некоторые считают, что отечественная школа защиты древесины ограничена лишь лабораториями, находящимися в статусе ФГУП, которые на протяжении последних лет претерпевают не лучшие времена, сидя на «голодном пайке». В этом есть доля истины. Очевидно, лишившись государственных субсидий, эти предприятия попросту проявили беспомощность в условиях стремительно развивающегося рынка. Неспособность к самостоятельной работе стала причиной «Подрыва» исследовательской базы таких организаций.

На этом фоне явно выделяются успешные узкоспециализированные российские предприятия, деятельность которых целиком и полностью сосредоточена исключительно на вопросах защиты древесины. Таких предприятий единицы, но именно они, на сегодняшний день, лидируют в отрасли, осуществляя разработку, производство и поставку полного спектра защитных средств для древесины.

К числу успешных специализированных предприятий относится и компания СЕНЕЖ- Препараты – Российский лидер в разработке и производстве средств для защиты древесины.

Только такие специализированные компании способны осуществлять поиск новых решений, разрабатывать уникальные защитные средства и тестировать их в сложных условиях. Лучшие из этих средств, становятся популярными и обретают заслуженное признание потребителей.

Разработки именно таких специализированных предприятий традиционно воспринимаются как признанный стандарт защиты древесины. Наиболее прогрессивные из них в первых рядах сертифицировали свою деятельность по международному стандарту качества ИСО 9001.

Такие компании составляют гордость отечественного рынка защиты древесины.

Зимаков С.Л., Незнанов С.А.

(ООО СЕНЕЖ-ПРЕПАРАТЫ, г. Москва, РФ) corp@seneg.ru

ПРОРЫВ В ЗАЩИТЕ ДРЕВЕСИНЫ

BREAK IN WOOD PROTECTION

Известно, что обработка древесины антисептиками – эффективный, доступный и наименее затратный способ её защиты от «синевы», плесени и насекомых-древоточцев. Однако, как показывает практика, лишь немногие из имеющихся на рынке антисептиков способны обеспечить по-настоящему надёжную защиту древесины.

Современный транспортный антисептик «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» создан на основе многолетних научных исследований и его защитные свойства подтверждены практикой. В рецептуре состава учтены ошибки зарубежных и отечественных защитных средств, что ставит этот антисептик вне конкуренции на отечественном рынке.

№ п/п	Показатель	СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС	Популярные отечественные и зарубежные составы
1.	Период разработки препарата	2000-е годы, современная рецептура с применением эффективных и безопасных компонентов нового поколения.	Устаревшая рецептура, основные разработки проводились в конце 1970 годов.
2.	Вымываемость	Трудновываемый	Обычно вымываемые
3.	Сроки защиты	До 8-ми месяцев	От 4 до 6-ти месяцев
4.	Экологичность и безопасность	Не оказывает вредного воздействия на людей и животных. Не загрязняет окружающую среду	Часто выделяют запах, обладают высокой токсичностью для персонала и окружающей среды (экологии)
5.	Использование в ваннах, изготовленных из черного металла	Сохраняет защитные свойства при контакте с черными металлами	Контакт с черным металлом приводит к снижению защитных свойств
6.	Использование в бетонных ваннах	Сохраняет защитные свойства при контакте с бетоном	Существенно теряют защитные свойства при контакте с бетоном
7.	Диапазон рекомендуемых концентраций (пропорции для разбавления водой)	3% (1:32) 4% (1:24) 5% (1:19)	5% (1:19) 6% (1:16) 7% (1:13)
8.	Тест набор для контроля концентрации раствора	Поставляется в каждом комплекте средства	По запросу или отсутствуют как таковые
9.	Стоимость концентрата	133 руб./кг.	От 120 руб./кг. до 180 руб./кг
10.	Стоимость обработки 1м ³ пиломатериала сеч. 50x150 (по антисептику)	От 30 руб./м ³	От 40 руб./м ³
11.	Изменение цвета древесины	Не изменяет цвет древесины	Могут тонировать древесину
12.	Хранение рабочего раствора	После размораживания сохраняет свойства	После размораживания защитные свойства могут снижаться

Реальные примеры успешного практического применения антисептика «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» деревообрабатывающими предприятиями Архангельской, Вологодской, Кировской, Пермской, Иркутской, Тюменской областей, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов ярко подтверждают его преимущества по сравнению с другими защитными средствами отечественного и зарубежного производства.



Рисунок – Защитный состав «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС»

Защитный состав «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» очень прост в применении. Этот антисептик пригоден для обработки древесины с использованием самого разнообразного оборудования: пропиточные ванны, распылительные установки, ручной инструмент. Устойчивость к вымыванию и доказанная стабильность состава в пропиточном оборудовании делают его особенно привлекательным.

Особое внимание уделено контролю качества и соблюдению технологической дисциплины при применении. Тест-набор, поставляемый с препаратом, позволяет без специальной подготовки, быстро и точно контролировать концентрацию рабочего раствора и качество антисептирования древесины.

Эффективность и безопасность антисептика «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» подтверждена официальными заключениями (сертификатами и протоколами испытаний) как отечественных, так и зарубежных организаций. Препарат поддерживается в отношении новейших требований ЕС к деревозащитным средствам ВРД. Антисептик без ограничений пригоден для обработки древесины, экспортируемой в страны ЕС.

Каждое внедрение и применение антисептика «СЕНЕЖ ЕВРОТРАНС» сопровождается специалистами компании с выездом к заказчику. Учитываются индивидуальные особенности производства, обеспечивается быстрое и результативное решение проблем защиты древесины от синевы и плесени.

Игнатович Л.В., Шишов А.В., Осоко С.А. (БГТУ, г. Минск, РБ)
andruha26@yandex.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ РИСУНКОВ НА ПОВЕРХНОСТИ
КЛЕЕННЫХ ИЗ ШПОНА ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕБЕЛИ И
СТОЛЯРНО–СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING FOR
FORECASTING OF DIFFICULT DRAWINGS FOR SURFACES
AGGLUTINATE FROM VENEER SHEETS OF FURNITURE
DECORATIVE ELEMENTS AND JOINER'S BUILDING PRODUCTS*

Разработка импортозамещающей технологии позволяющей создавать декоративные изделия с абсолютным эффектом натуральной древесины, поможет подчеркнуть особенности изделий мебели и интерьера, позволит обеспечить мебельные предприятия сравнительно не дорогим облицовочным материалом на основе лущеного шпона из малоценных пород древесины, имитирующим текстуру ценных пород древесины.

Следовательно, первоочередная задача для создания сложных, фигурных рисунков и текстур древесины на поверхности декоративных элементов заключается в прогнозировании рисунка в сечении клееного блока, после серии механических преобразований пакета шпона. В связи с этим необходимо использовать методы математического моделирования для получения необходимого рисунка на поверхности клееных из шпона декоративных элементов мебели.

Для нахождения состава пакета позволяющего получить декоративный элемент с заданным рисунком можно использовать различные методы решения. Самым простым является метод полного перебора возможных вариантов. Суть метода состоит в том, что на каждом шаге итерации один из листов шпона в пакете поворачивается на некоторый угол и пакет подвергается операции изгиба на произвольной пространственной фигуре. В качестве пространственных фигур можно использовать как простейшие, такие как цилиндр, шар, так и более сложные получаемые использованием тригонометрических функций по отдельности и совместно.

После этого проводится анализ полученного рисунка на различных срезах. В случае если полученный рисунок не соответствует заданному необходимо повторить операцию по модификации пакета шпона. При этом количество вариантов, которые необходимо рассмотреть для получения решения определим по формуле [1]:

$$N = S^{\frac{360}{\Delta\alpha}} M^D$$

где S – количество слоев шпона в пакете, шт; $\Delta\alpha$ – минимальный угол поворота листа шпона в пакете; M – количество функций модификации формы пакета шпона; D – количество функций применяемых к пакету одновременно.

При $S = 100$ и $\Delta\alpha = 1^\circ$ $M^D = 8$ $N \approx 3,414 \cdot 10^{256}$. Такое количество вариантов не может быть решено за разумный промежуток времени.

Поэтому для решения данной задачи предлагается применить генетические алгоритмы, которые являются наиболее предпочтительными методами многоэкстремальной оптимизации. Генетические алгоритмы – адаптивные методы поиска, которые в последнее время часто используются для решения задач функциональной оптимизации. Они основываются на идее эволюции с помощью естественного отбора и по принципу «выживает наиболее приспособленный», чем выше приспособленность особи, тем выше вероятность того, что у потомков, полученных с её участием, признаки, определяющие приспособленность, будут выражены ещё сильнее, открытому Чарльзом Дарвином [2].

Если принять, что каждая особь популяции является точкой в координатном пространстве оптимизационной задачи $X_i[x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{li}]$, а приспособленность особи соответствующим значением функции цели $f(X)$, то популяцию особей можно рассматривать как множество координатных точек в пространстве, а процесс эволюции – как движение этих точек в сторону оптимальных значений целевой функции.

Следует отметить, что классический генетический алгоритм находит глобальный экстремум в вероятностном смысле. И эта вероятность зависит от числа особей в популяции. Как показали исследования, при оптимизации сложных многоконтурных и многосвязных систем регулирования и аналогичных систем с нейроконтроллерами генетические алгоритмы (в частности диплоидная версия ГА) с достаточно высокой вероятностью находят глобальный экстремум. Однако вычисление функции цели отдельных видов зачастую требует значительных вычислительных ресурсов, что существенно сказывается на общем времени работы ГА.

В отличие от существующих градиентных и численных алгоритмов, например, метода деформируемого многогранника Нелдера-Мида [3], генетический алгоритм начинает работу с некоторого случайного набора исходных решений, который называется популяцией. Каждый элемент из популяции называется хромосомой и представляет собой некоторое решение проблемы в первом приближении. Хромосома состоит из генов. Каждый ген является частью решения. Хромосомы изменяются (эволюционируют) на протяжении множества итераций, носящих название поколений (или генераций). В ходе каждой итерации хромосома оценивается с использованием некоторой меры соответствия – функции соответствия. Для создания следующего поколения новые хромосомы, называемые отпрысками, формируются путем скрещивания двух хромосом – родителей из текущей популяции либо путем случайного изменения (мутации) одной хромосомы. Новая популяция формируется, во-первых, путем выбора согласно функции соответствия некоторых родителей и отпрысков и, во-вторых, путем удаления оставшихся для того, чтобы сохранять постоянным размер популяции.

Существует два главных преимущества генетических алгоритмов перед классическими оптимизационными методиками.

1. Генетический алгоритм не имеет значительных математических требований к видам целевых функций и ограничений. Исследователь не должен упрощать модель объекта, теряя ее адекватность и искусственно добиваясь возможности применения доступных математических методов. При этом могут использоваться самые разнообразные целевые функции и виды ограничений (линейные и нелинейные), определенные на дискретных, непрерывных и смешанных универсальных множествах.

2. При использовании классических пошаговых методик глобальный оптимум может быть найден только в том случае, когда проблема обладает свойством выпуклости. В то же время эволюционные операции генетических алгоритмов позволяют эффективно отыскивать глобальный оптимум [4].

Для формирования хромосом создаем гены, соответствующие углу поворота листа шпона. Для описания генов используем бинарную запись.

Так как угол поворота не может составлять больше 360° для записи гена используем 9 битов, что позволяет закодировать 512 углов поворота, пример кодирования углов поворота представлен в ниже приведенной таблице.

Таблица – Кодирование угла поворота

Номер типоразмера	Угол поворота	Ген
1	0	000000000
2	1	000000001
3	2	000000010
4	3	000000011
...
361	360	100110100

На основании полученных генов формируются хромосомы, которые представляют собой наборы генов. При составлении хромосомы необходимо учитывать количество входящих в нее генов. В нашем случае количество генов равно количеству слоев шпона в пакете. Хромосома будет иметь вид

100001011011011100001011011011100001011....

Формирование хромосом осуществляется путем использования датчика псевдослучайных чисел [5]. Каждое число представляет собой номер угла поворота, соответствующий ген которого записывается в хромосому.

Количество хромосом, входящих в популяцию, принимается не менее 10.

Над выбранными хромосомами проводится операция скрещивания. При выполнении этой операции осуществляется обмен частями хромосом между двумя (может быть и больше) хромосомами в популяции. Обмен осуществляется следующим образом. С помощью датчика псевдослучайных чисел выбирается одна из возможных точек разрыва хромосомы. Точка разрыва – участок между соседними битами в строке. Обе родительские хромосомы разрываются на две части по этой точке. Затем соответствующие участки различных родителей склеиваются и получают две хромосомы потомков. Одноточечный оператор скрещивания (точка разрыва равна 16):

До скрещивания	После скрещивания
1000010110110111	1000010110110111
00001011011011100001011	11000010111000010110110
1110000101101101	1110000101101101
11000010111000010110110	00001011011011100001011

Полученные новые хромосомы популяции подвергаются операции мутации – стохастическому изменению части гена. Приняв значение коэффициента вероятности мутации 0,01, подвергнем в среднем 1% всех битов популяции мутации. Каждый бит имеет одинаковый шанс подвергнуться мутации. С помощью датчика псевдослучайных

чисел выбираются номера битов, которые будут подвергнуты мутации. Значения этих битов будут заменены на противоположные:

Оператор мутации (мутировал 20 бит):

До мутации	После мутации
1000010110110111110	0 1000010110110111110 1
0010111000010110110	0010111000010110110

Работа генетического алгоритма представляет собой итерационный процесс (рис. 4.2), который продолжается до тех пор, пока не выполняется заданное число поколений или пока не будет получен рисунок на поверхности декоративного отделочного материала, отличающийся от заданного на заранее оговоренную величину.

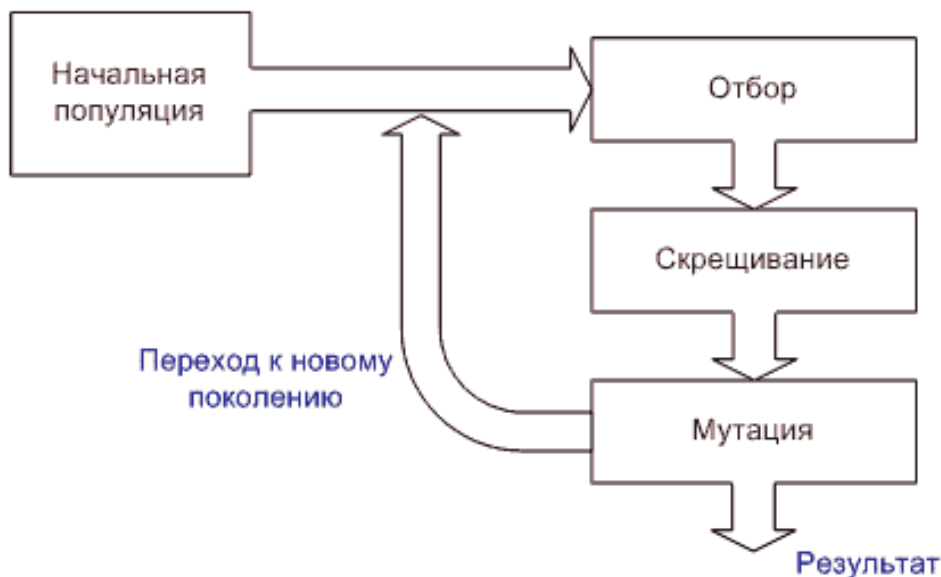


Рисунок – Алгоритм работы генетического алгоритма

Таким образом, используя методы математического моделирования, в частности применение метода генетических алгоритмов позволит прогнозировать рисунки на поверхности декоративного облицовочного материала полученного из шпона мягких лиственных пород древесины, имитирующие текстуру ценных пород древесины.

Библиографический список

1. Писаревский А.Н. и др. Системы технического зрения (принципиальные основы, аппаратное и математическое обеспечение). – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1988 – 424 с.
2. Чарльз Дарвин. Происхождение видов.
3. Nelder J.A., Mead R., A Simplex Method For Function Minimization, Computer J., No 7, 1964 P. 308-313.
4. John Holland, "Adaptation in Natural and Artificial Systems", 1975
5. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации.

Исаев С.П.

(Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, РФ)

СТРУКТУРА БАЛАНСА ОБЪЕМОВ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ ПРИ ЕГО ПОДГОТОВКЕ ПЕРЕД ОБРАБОТКОЙ

STRUCTURE OF VOLUMES BALANCE OF WOOD RAW MATERIALS BY ITS PREPARATION BEFORE PROCESSING

Вопрос утилизации техногенных образований и отходов включен в перечень критических технологий, утвержденный Президентом Российской Федерации. Процесс механической переработки древесного сырья в готовую продукцию сопровождается образованием значительного количества отходов, структура баланса которых зависит от применяемых технологий.

В любом технологическом процессе обработки древесины можно выделить три основные стадии (этапа): подготовка древесного сырья к обработке, изготовление полуфабрикатов, изготовление продукта. Между этими стадиями нет жесткой технологической связи. Напротив, нормальное функционирование всей технологической цепи предполагает наличие между стадиями производства определенных буферных запасов полуфабрикатов.

К основным подготовительным технологическим операциям относят раскрой долготя на сортименты, сортирование, окорку бревен и их первичную обработку (оцилиндровывание бревен, переработка части сырья на щепу).

Структурная схема технологического процесса подготовки древесного сырья перед обработкой изображена на рисунке 1. В технологический процесс подготовки сырья перед обработкой входят: поштучная подача хлыстов (бревен) на продольный транспортер; сканирование и определение геометрических характеристик хлыста (бревна); поперечный раскрой хлыста и сортирование; окорка бревен; оцилиндровывание бревен.

Рассмотрим вариант, когда на стадии подготовки древесного сырья к обработке получают оцилиндрованное бревно, щепу (технологическую и топливную). Кроме того, небалансовая часть древесного сырья (кора) также может быть использована либо в качестве вторичного сырья, либо в качестве продукта, предназначенного для реализации.

Для оценки структуры баланса объемов древесного сырья при его подготовке перед обработкой к изучению принят имитационный раскрой хлыстов лиственницы даурской поскольку данная порода является доминирующей в лесах дальневосточного региона 73%. Выполнение имитации вариантов раскроя хлыстов осуществляли с использованием разработанного программного комплекса автоматизированного расчета прогнозной оценки типоразмерной структуры древесного сырья при его первичной обработке.

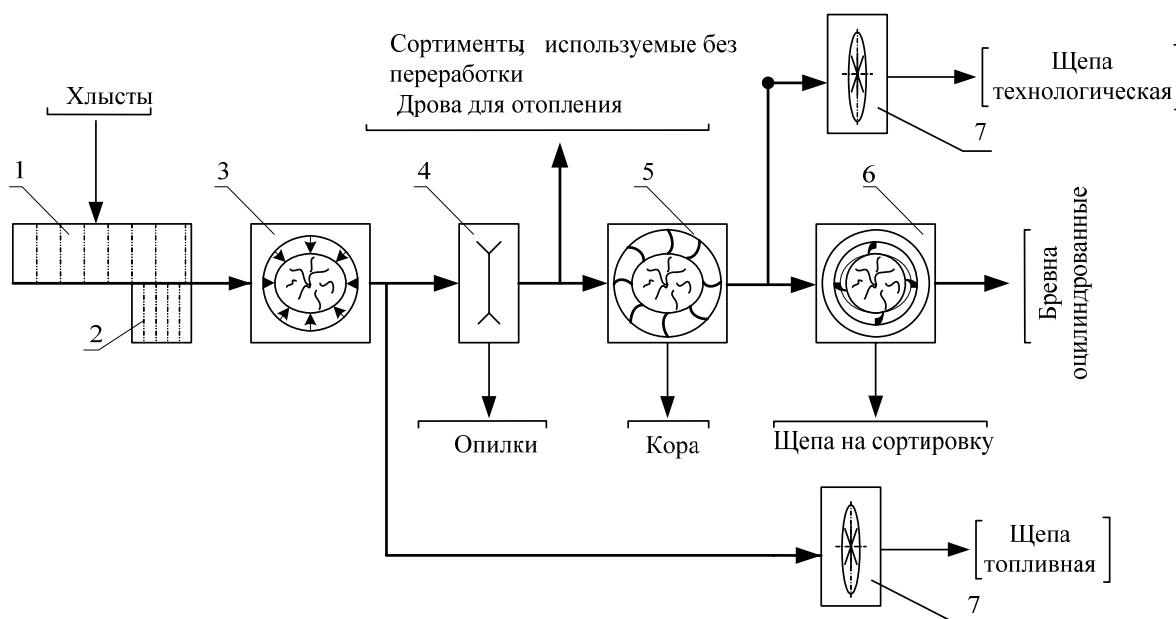


Рисунок 1 – Структурная схема технологического процесса подготовки древесного сырья к обработке: 1 – поперечный транспортер для поштучной подачи хлыстов; 2 – поперечный транспортер для поштучной подачи бревен; 3 – сканирующее устройство; 4 – устройство для поперечного раскря хлыстов; 5 – окорочный станок; 6 – оцилиндровочный станок; 7 – машина рубильная

В результате выполнения имитационного раскря установлено, что хлысты диаметром от 12 до 18 см имеет смысл не подвергать раскря на лесоматериалы круглые. Рационально предусмотреть окорку хлыстов и последующую их переработку на щепу. Определено, что хлысты с диаметрами в интервале от 20 до 28 см имеют наибольший объемный выход пиловочного сырья (50 ... 90 %), а из хлыстов с диаметрами 30 ... 38 см предпочтительнее вырабатывать фанерное сырье, выход которого для данных групп диаметров составляет 60 ... 80 %. Проведенные исследования позволили установить следующее: несмотря на то, что объемный выход опилок в плотном объеме не превышает 0,3 %, однако для отдельных хлыстов и соответствующих схем их раскря выход опилок в насыпном объеме составляет 1,4 ... 1,8 %. Средневзвешенный выход опилок, образующихся при раскря хлыстов, составил 1,05 % от объема раскряваемого сырья. Таким образом, при раскря 1000 м³ хлыстов образуется 10,5 м³ опилок (в насыпном объеме), что по массе составляет около 2000 кг (относительная влажность опилок – 50... 60 %).

Исследования зависимости изменения относительного объема коры по длине ствола лиственницы даурской позволили установить, что относительный объем коры снижается от комля до 0,3 доли ствола, при этом в интервале от 0 до 0,15 доли ствола относительный объем коры больше среднего значения (за среднее значение принят относительный объем коры, определенный как отношение объема коры всего ствола к объему древесины ствола). В интервале от 0,3 до 0,8 долей ствола относительный объем коры увеличивается, при этом в интервале от 0,3 до 0,6 долей ствола относительный объем коры меньше среднего значения, а в интервале от 0,6 до 0,8 долей ствола – больше среднего значения.

Установлено, что бревна, имеющие одинаковый вершинный диаметр, но выпи-

ленные из различных частей различных стволов, отличающихся своим отношением к ступени толщины, имеют различный объем коры. При этом средневзвешенный выход коры по всей группе хлыстов с учетом их распределения по диаметрам составил 20,1 % от объема древесины. Следует так же отметить, что процент содержания коры изменялся от 17 % для комлевых бревен до 34 % для вершинных бревен.

Определение выхода щепы показало, что при переработке всего объема хлыста на щепу, ее кондиционный выход составляет около 86 % от объема хлыста. Суммарный объем щепы, получаемой при оцилиндровке лесоматериалов круглых и измельчении балансовой части хлыста, с учетом отсева составляет от 10 до 22 % от его объема.

Рациональность схем раскря хлыстов обеспечивает выход оцилиндрованных лесоматериалов в интервале от 67 до 87 %. При этом для хлыстов с диаметрами от 28 до 38 см выход оцилиндрованных чураков составляет 40 ... 70 %.

На рисунке 2 изображена диаграмма структуры баланса объемов древесного сырья при его подготовке перед обработкой, которая иллюстрирует наличие значительных объемов вторичного сырья, образующихся при раскря хлыстов и подготовке круглых лесоматериалов к обработке.

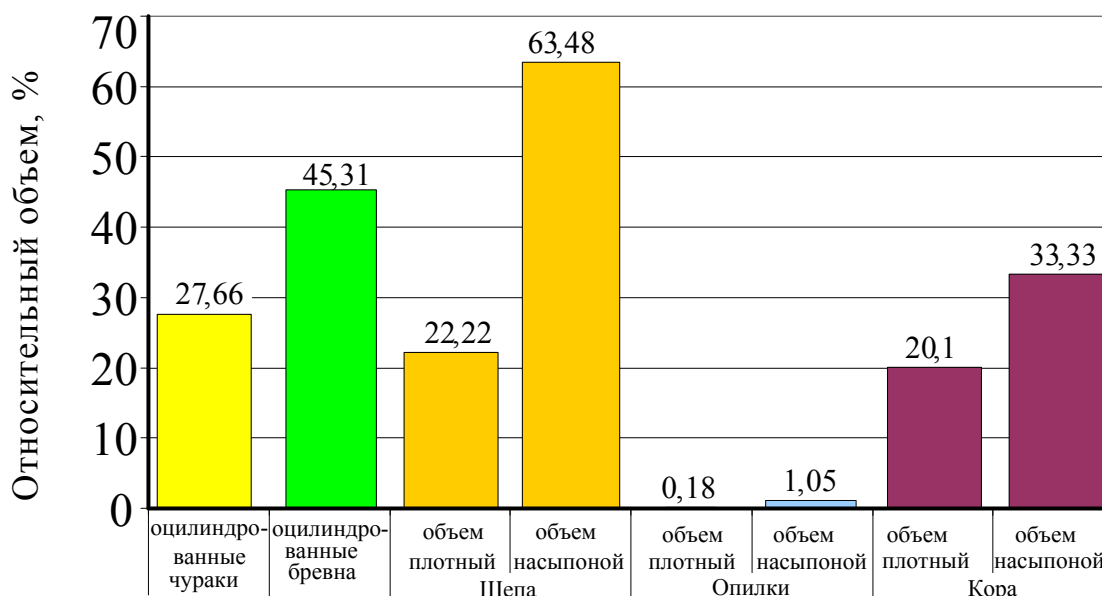


Рисунок 2 – Диаграмма структуры баланса объемов древесного сырья при его подготовке перед обработкой

Из диаграммы видно, что насыпные объемы щепы и коры сопоставимы с объемами круглых лесоматериалов подготовленных к обработке.

Выводы:

1. Хлысты диаметром от 12 до 18 см в целях снижения трудоемкости работ можно не раскраивать, рационально предусмотреть окорку хлыстов и последующую их переработку на щепу.

2. Средневзвешенный выход опилок насыпного объема, образующихся при раскря хлыстов, составил 1,05 % от объема раскраиваемого сырья. Таким образом, при раскря 1000 м³ хлыстов образуется 10,5 м³ опилок (в насыпном объеме), что по массе

составляет около 2000 кг.

3. Использование коэффициента формы бревна позволяет прогнозировать возможные объемы древесины и коры в процессе подготовки древесного сырья к обработке.

4. Предложенный подход определения объемов коры позволил установить, что средневзвешенный выход коры в плотном объеме по всей группе хлыстов с учетом их распределения по диаметрам составил 20,1 %.

5. Оценка структуры баланса объемов древесного сырья при его подготовке перед обработкой дает основание полагать, что применение рациональных режимов раскря хлыстов и подготовки круглых лесоматериалов к обработке с применением оцилиндровывания способствует концентрации значительного количества отходов (вторичных древесных ресурсов).

Леонов Е.А., Федоренчик А.С. (БГТУ, г. Минск, РБ)
debager13@rambler.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ВМЕСТИМОСТИ СКЛАДА МЕЖСЕЗОННОГО ХРАНЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА

THE CAPACITY OPTIMIZATION OF A WOOD FUEL INTERSEASONAL STORE

Существующий лесной потенциал Беларуси позволяет осуществить принятые государственные программы: «Целевая программа обеспечения в республике не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года», «Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов в 2006 – 2010 годах» и пр., направленные на повышение эффективности лесной отрасли; более полное вовлечение в оборот неиспользуемых в настоящее время древесных топливных ресурсов; создание развитой инфраструктуры заготовки и транспортировки древесного топливного сырья до непосредственных потребителей, включая мини-ТЭЦ [1].

В Республике Беларусь с каждым годом возрастает количество энергетических установок (мини-ТЭЦ и котельных), работающих на биомассе, в том числе на древесных отходах. Построены Вилейская мини-ТЭЦ (16,0 тыс. т у.т.), Осиповичская мини-ТЭЦ (9,0 тыс. т у.т.), Белорусская ГРЭС (6,0 тыс. т у.т.), Верхнедвинская мини-ТЭЦ (первая пусковая очередь 2,0 тыс. т у.т.), продолжают строиться и другие подобные объекты, работающие на биотопливе. Отечественными предприятиями (СООО «Tiger», ОАО «Амкодор», РУП МТЗ) для обеспечения сырьем создаваемых в республике мини-ТЭЦ было создано ряд специализированных машин: харвестеры, форвардеры, мобильные барабанные рубильные машины, щеповозы, ковшовые погрузчики и другая техника. Созданная отечественная техника позволяет реализовать эффективные технологии,

позволяющие одновременно с заготовкой деловой древесины осуществлять заготовку топливной древесины [2]. Предприятиями Минлесхоза, концерна «Беллесбумпром», Минжилкомхоза разработаны соответствующие отраслевые программы [3].

Для устойчивого обеспечения сырьем построенных либо переоборудованных котельных или мини-ТЭЦ, учитывая неравномерность сжигания топливной древесины и сезонность лесозаготовок необходимо иметь запасы биотоплива. Их организация связана с определенными противоречиями: с одной стороны – обеспечение надежности поставок потребителю, с другой – экономия затрат и капиталовложений на содержание склада и готовой продукции. Поэтому создание слишком больших запасов древесного топлива нецелесообразно в виду того, что увеличиваются складские территории, возникает потребность в дополнительном оборудовании, и т.д. [4].

При производстве топливной щепы в лесном комплексе Республики Беларусь могут применяться ряд технологий, в результате которых древесное топливо может находиться в двух физических состояниях (см. рис.):

– в виде цельных кусков древесины после прохождения через определенный технологический цикл (стволовая дровяная древесина, стандартные пилено-колотые дрова, кусковые отходы лесопиления, деревообработки, лесозаготовок, мелкие нетоварные деревца после рубок ухода и др.);

– измельченная до определенной фракции древесина и древесные вещества (топливная щепа, изрубленная кора, стружки после деревообрабатывающих станков и оцилиндровки бревен, опилки и т.п.).



Рисунок – Виды древесного топлива при хранении:
штабели дровяного долготья (слева) и бурты топливной щепы (справа)

В этой связи научный и практический интерес представляет вопрос о том, в каком виде (каких пропорциях): измельченном или круглом целесообразно складировать и хранить заготовленную топливную древесину. Исследования показывают, что не измельченное древесное топливо в виде круглой ствольной древесины меньше подвергается увлажнению под действием атмосферных осадков и микроорганизмов. Поэтому рубку сырья в топливную щепу желательно производить перед непосредственным ее потреблением.

Имеющиеся на сегодня рекомендации по запасам топливной древесины и вместимости складов не учитывают в полной мере случайного фактора поступления и сезонности сжигания продукции на котельных (мини-ТЭЦ). Проектирование складов древесного топлива часто осуществляются по результатам визуальных наблюдений.

Это, зачастую, приводит к завышению или занижению рекомендуемых запасов. Задача о вместимости склада топливной древесины со случайным объемом поступления (выхода от рубильных установок) и ее последующей отгрузки котельной (мини-ТЭЦ) в условиях сезонности потребления представляет значительный интерес, а ее разрешение позволит оптимизировать складские работы, повысить эффективность утилизации низкокачественной древесины и древесных отходов в топливно-энергетическом балансе Республики Беларусь.

Для решения поставленной задачи проводится аналитическое исследование и имитационное экспериментирование с моделью склада топливной древесины.

Оптимальное значение вместимости склада топливной древесины соответствует минимуму суммы удельных приведенных затрат Z_{Π} [5]:

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{скл}} + Z_{\text{мех}} + \Delta Z_{\text{кач}} + \Delta Z_{\text{см}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{скл}}$ – удельные приведенные затраты непосредственно по складу топливной древесины, тыс. руб;

$Z_{\text{мех}}$ – удельные приведенные затраты по обслуживающим склад машинам и механизмам, тыс. руб;

$\Delta Z_{\text{кач}}$ – дополнительные затраты от потерь (снижения качества) щепы, тыс. руб;

$\Delta Z_{\text{см}}$ – затраты от смежных операций, тыс. руб.

В качестве количественной оценки неравномерности поставок топливной древесины к котельной (мини-ТЭЦ) ввиду сезонности лесозаготовок, а также неравномерной работы котельной в течение года введем коэффициент неравномерности, который показывает как отличается объем операции за конкретный (i) интервал времени по сравнению со среднеинтервальным за весь период. Примем за интервал календарный месяц. Тогда коэффициент неравномерности равен частному от деления фактического (планируемого) объема какой-либо операции в течение месяца на среднеинтервальный объем той же операции за год [6].

$$K(t_i) = \frac{V(t_i)}{V_{\text{ср}}} = \frac{n \cdot V(t_i)}{V_{\text{об}}} = \frac{n \cdot V(t_i)}{\sum_{i=1}^n V(t_i)}, \quad (2)$$

где $V(t_i)$ – фактический объем операций за i -ый интервал, тыс. м³;

$V_{\text{ср}}$ – среднеинтервальный объем операции за весь период работы, тыс. м³;

n – число интервалов, составляющих исследуемый период, $i = \overline{1, n}$.

Этот подход позволит однозначно определить максимальную и минимальную величины коэффициентов неравномерности (объемов операций), а также следить за динамикой изменения $K(t_i)$ значений во времени [6].

Взяв в качестве интервала месяц, получим коэффициент неравномерности фазы, который показывает, как отличается объем работ фазы (заготовки, вывозки, сжигания):

$$K^{\Phi}(t_i) = \frac{12 \cdot V^{\Phi}(t_i)}{V_r}, \quad (3)$$

откуда месячные объемы производства по любой фазе равны:

$$V^{\Phi}(t_i) = \frac{V_r \cdot K^{\Phi}(t_i)}{12}. \quad (4)$$

Состояния основных фаз на конец i -го месяца ($i = \overline{1,12}$) характеризуются месячными объемами $V_{\Pi}(t_i)$, $V_{СЖ}(t_i)$ соответственно, поставки на склад и сжигания древесного топлива.

Состояние склада топливной древесины характеризуется объемом хранимого древесного топлива $Q_{СК}(t_i)$ на 1 число i -го месяца:

$$Q^{СК}(t_i) = \begin{cases} Q_{пер} & i = 1 \\ Q_{пер} + \sum_1^{i-1} [V^{\Pi}(t_i) - V^{СЖ}(t_i)] & i = \overline{2,12} \end{cases}, \quad (5)$$

где $Q_{пер}$ – переходящий остаток древесного топлива, тыс. м³.

Пусть переходящий остаток древесного топлива на складе составляет a % от годового объема потребления древесины, т.е.

$$Q_{пер} = \frac{a \cdot V_{г}}{100} = 0,01 \cdot a \cdot V_{г}, \quad (6)$$

Заменяв месячные объемы производства по любой фазе на соответствующие коэффициенты неравномерности получим:

$$Q^{СК}(t_i) = \begin{cases} \frac{a \cdot V_{г}}{100} & i = 1 \\ V_{г} \left\{ \frac{a}{100} + \frac{1}{12} \cdot \sum_1^{i-1} [K^{\Pi}(t_i) - K^{СЖ}(t_i)] \right\} & i = \overline{2,12} \end{cases} \quad (7)$$

При этом необходимо выполнение ряда условий:

1. На 1 число месяца для нормального функционирования котельной (мини-ТЭЦ) на складе топливной древесины должен быть неснижаемый (страховой) запас – Q_{min} .

$$Q^{СК}(t_i) \geq Q_{min}, \quad (8)$$

2. Учитывая, что сжечь древесного топлива больше, чем поставлено на склад нельзя, то имеет место ограничение:

$$\sum_{i=1}^n V^{\Pi} + 0,01 \cdot a \geq \sum_{i=1}^n V^{СЖ}, \quad (9)$$

после преобразования получим

$$\sum_{i=1}^n K^{\Pi}(t_i) + 0,01 \cdot a \geq \sum_{i=1}^n K^{СЖ}(t_i), \quad (10)$$

Данные о характере неравномерности поставок и сжигания топлива, с учетом изменения его качества в процессе хранения, на основании целевой функции (1) позволят в дальнейшем определить ряд практических рекомендаций по способу хранения древесины и оптимальной вместимости склада, проследить за динамикой изменения запаса и продолжительностью хранения определенных объемов древесного топлива и т.д.

Библиографический список

1. Целевая программа обеспечения в республике не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года. – Минск, 2004.

– 80 с.

2. Федоренчик, А. С. Оценка влияния формы и размеров кониковых устройств погрузочно-транспортных машин на их грузоподъемность / А. С. Федоренчик, Е. А. Леонов // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообр. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 47–51.

3. Программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2007 – 2011 годы. – Минск, 2006. – 89 с.

4. Залегаллер, Б. Г. Технология и оборудование лесных складов: Учебник для вузов – 3-е изд., испр., доп. / Б. Г. Залегаллер, П. В. Ласточкин, С. П. Бойков. – М: Лесная пром-сть, 1984. – 352 с.

5. Плаксин, М. В. Основы рационального построения производственного процесса лесоразработок / М. В. Плаксин. – Львов, 1958. – С. 83 – 95.

6. Федоренчик, А. С. Неравномерность работы технологических потоков лесозаготовок и разработка средств повышения их пропускной способности: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / А. С. Федоренчик; БТИ. – Минск, 1984. – 20 с.

**Ловыгина Д.О., Макарова К.Ю., Дроздова Н.А., Панова Т.М.,
Юрьев Ю.Л. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) bluestones@mail.ru**

ПОДГОТОВКА ВОДЫ ДЛЯ ПИВОВАРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ УГЛЕЙ

THE MODIFIED CHARCOAL USING BY BREWING- WATER TREATMENT

В производстве пива вода относится к основным видам сырья т.к. она влияет на вкус пива и на стойкость пива при хранении. Солевой состав воды влияет на рН и, следовательно, на скорость и глубину ферментативных процессов и растворимость хмелевых смол.

В данной работе проведены исследования изучения возможности использования модифицированных древесных углей для изучения качества воды, применяемой в пивоварении. По технической инструкции (ТИ) в воде, используемой в производстве пива, ограничено содержание как анионов нитратов и силикатов, так и катионов железа, магния, кальция и марганца.

Например, большое влияние на качество воды оказывают ионы кальция и магния. По нормативам ТИ жесткость очищенной воды для производства пива должна быть на 100 % кальциевой, т.к. наличие магния в воде придает конечному продукту неприятный привкус и понижает пеностойкость.

При избыточном содержании в воде железа, вкус напитка становится тягучим, вязущим, цвет принимает неприятный чернильный оттенок.

При превышении предельного содержания силикатов замедляется процесс брожения, ухудшается вкус пива, образуются комплексные соединения с кальцием и магнием.

Повышенное содержание нитратов свидетельствует о загрязнении воды продуктами гниения, предельное содержание замедляет процесс брожения.

В качестве объекта исследования использованы активный древесный уголь и окисленный древесный уголь, полученные на кафедре химической технологии древесины УГЛТУ.

Целью данной работы является изучение влияния продолжительности обработки воды активным и окисленным древесным углем и влияние марки угля, на содержание ионов кальция, магния, марганца, железа, а так же силикатов и нитратов.

Для определения данных компонентов использованы химические и физико-химические методы анализа.

На рисунках 1 – 6 представлена зависимость содержания различных ионов в воде в зависимости от продолжительности обработки и марки древесного угля.

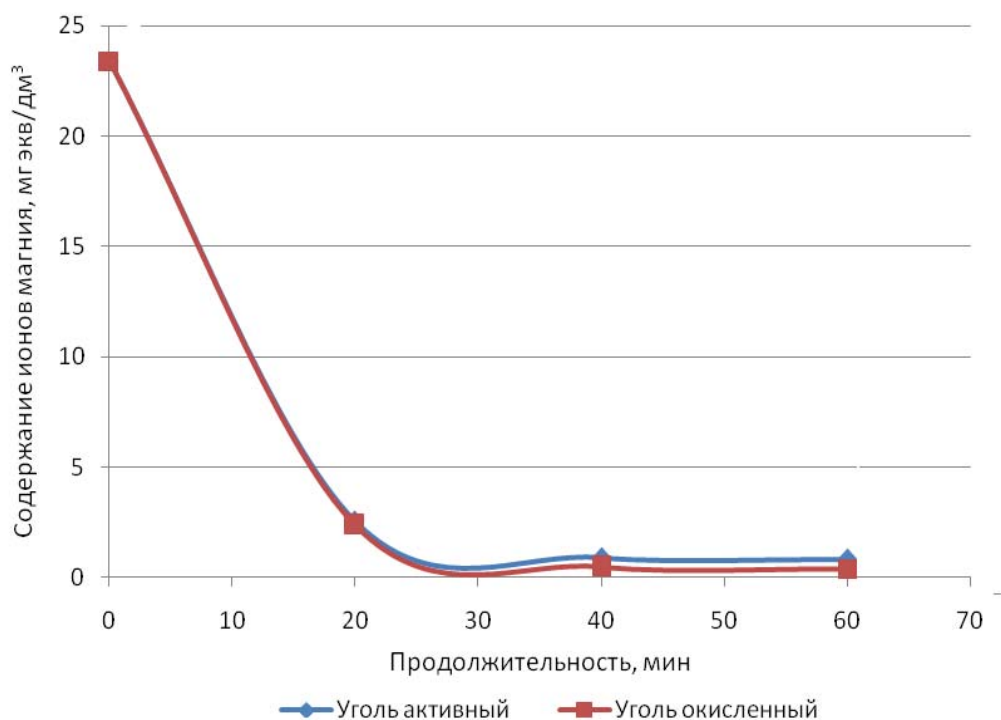


Рисунок 1 – Зависимость содержания ионов магния от продолжительности обработки

Из рис. 1-2 видно, что на степень извлечения ионов магния и кальция положительно влияет как активный, так и окисленный древесный уголь.

Аналогичное воздействие наблюдается и на ионы железа в обрабатываемой воде (рис.3).

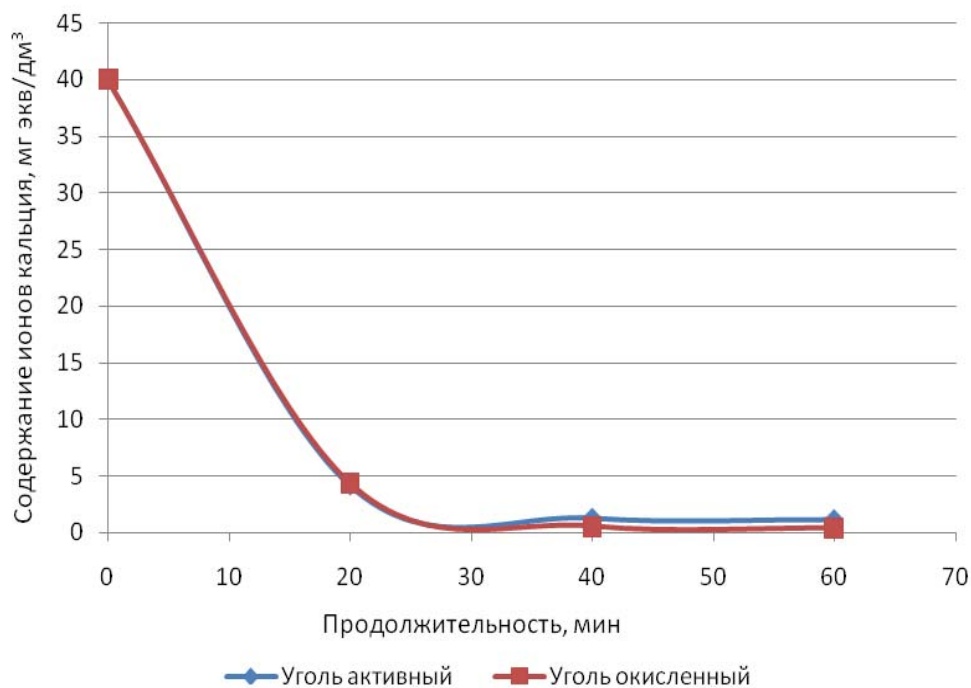


Рисунок 2 – Зависимость содержания ионов кальция от продолжительности обработки

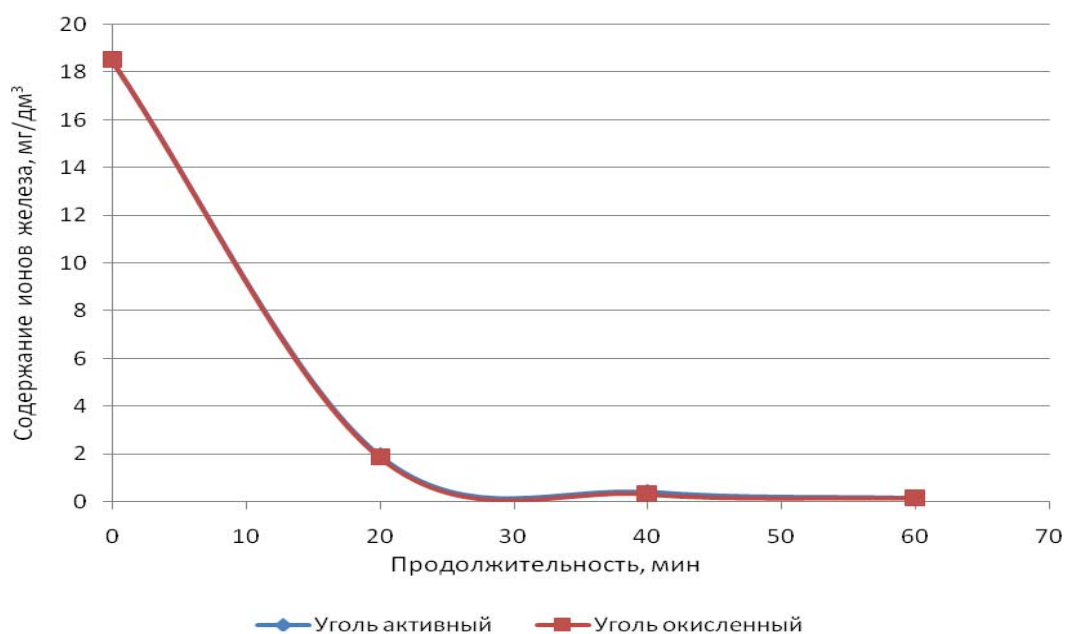


Рисунок 3 – Зависимость содержания ионов железа от продолжительности обработки

Учитывая склонность ионов марганца к образованию гидратных соединений (гидроокиси), в начальный момент наблюдается наиболее активная сорбция марганца активным углем, а поглощение окисленным углем, основанное на ионном обмене, протекает замедленно (рис.4).

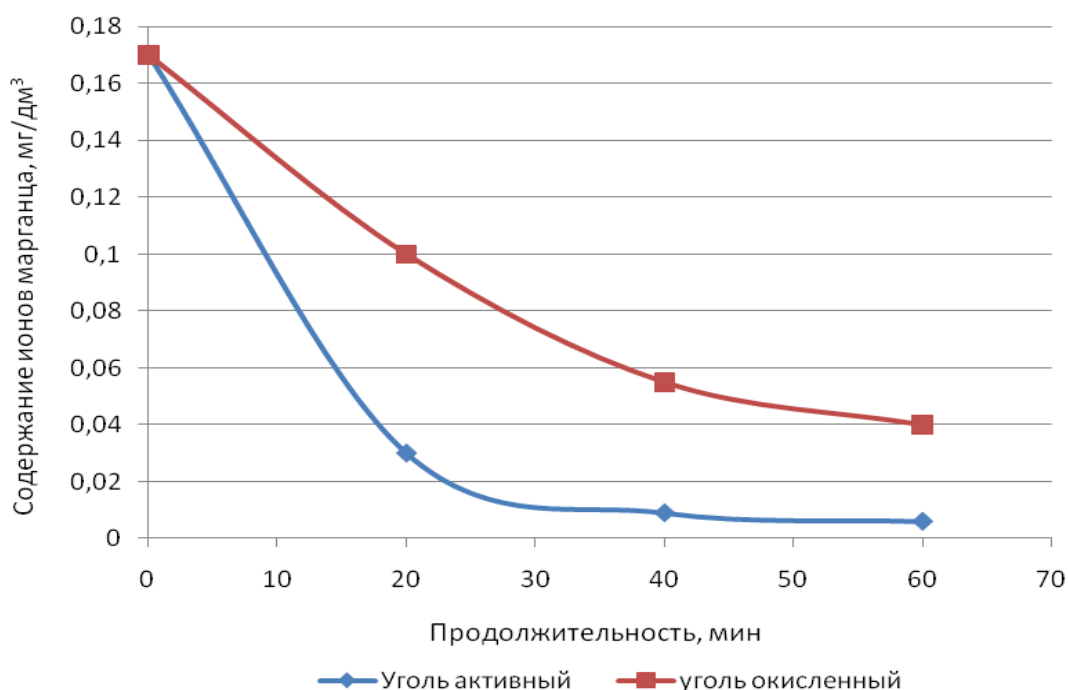


Рисунок 4 – Зависимость содержания ионов марганца от продолжительности обработки

Подобную зависимость можно наблюдать на диаграмме поглощения силикатов (рис.5), более полное извлечение наблюдается при использовании окисленного древесного угля, по сравнению с активным, что обусловлено присутствием в воде силикатов находящихся в коллоидной форме.

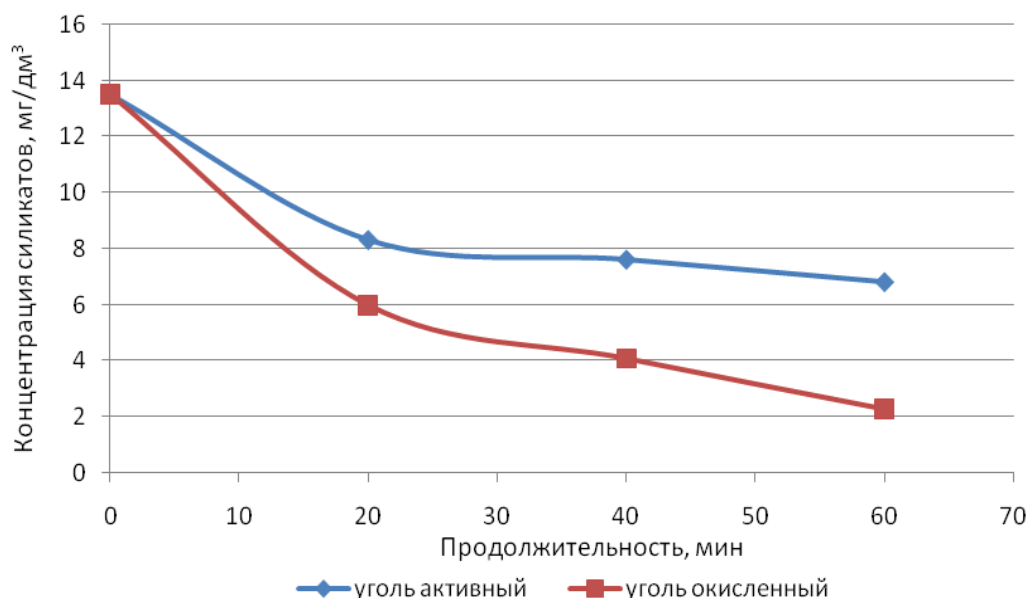


Рисунок 5 – Зависимость содержания силикатов от продолжительности обработки

Добиться практически полного отсутствия нитратов в обрабатываемой воде возможно при использовании как активного, так и окисленного угля, однако характер изменения заметно отличается. В начальный момент резкое снижение содержа-

ния нитратов доказывает сильно выраженные анионообменные свойства активного угля (рис.6), а плавная динамика при использовании окисленного угля свидетельствует о его высокой сорбционной способности.

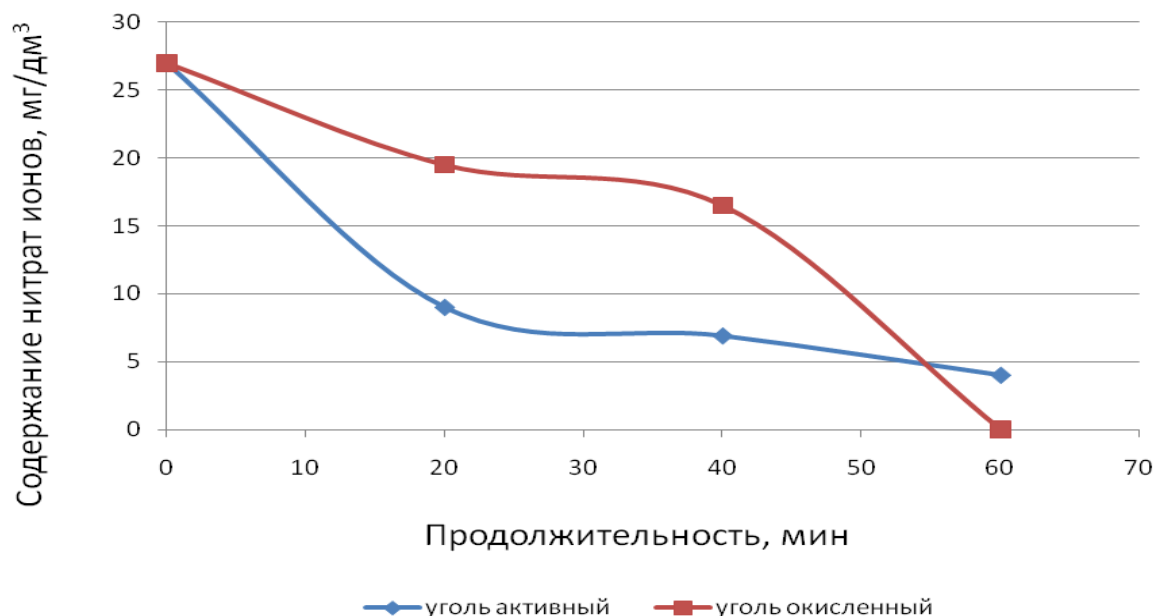


Рисунок 6 – Зависимость содержания нитратов от продолжительности обработки

Данные показывают, что обработка воды для пивоварения активным и окисленным древесным углем позволяет снизить концентрацию железа на 80 – 90 %. Заметно снижается концентрация кальция, магния, так как в воде для пивоварения желательна 100 % кальциевая жесткость, то более желательное снижение содержания магния. Наиболее активным по извлечению кальция и магния показал себя окисленный древесный уголь.

По извлечению силикатов наиболее активным оказался окисленный древесный уголь. Так же наблюдается снижение содержания ионов марганца, что положительно влияет на качество воды.

Наблюдается практически полное извлечение ионов железа, в этом случае себя одинаково проявили как окисленный, так и активный древесный уголь. По извлечению нитратов наиболее эффективным оказался активный уголь.

Таким образом, можно сказать, что активный древесный уголь показал себя как активный сорбент катионов, находящихся в большей части в коллоидной форме, и очищает воду от анионов.

Окисленный древесный уголь проявляет себя активным катионообменником, а так же обладает хорошим сорбционным действием по отношению как к катионам, так и анионам.

Мелешко А.В., Логинова Г.А., Романова С.С., Манулик Г.О.
(СибГТУ, г. Красноярск, РФ)

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОВЛАГОМЕРА LG6NG ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДНЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ДРЕВЕСИНОЙ ХВОЙНЫХ ПОРОД

APPLICATION OF ELECTROHYDROMETER LG6NG FOR CONTROL PROCESS OF WATER FINISHING MATERIALS INTERACTION WITH WOOD OF CONIFEROUS

Водные красители, водоразбавляемые грунты и покровные лакокрасочные материалы находят все более широкое применение в производстве мебели и столярно-строительных изделий из древесины, хотя для хвойной древесины процесс отверждения этих покрытий связан со значительным увеличением времени отверждения и набуханием поверхности. При формировании многослойных покрытий эти процессы определяются как взаимодействием полярной жидкости, содержащейся в лакокрасочном материале (ЛКМ), с поверхностью древесины при первоначальном контакте красителя или грунта, так и частичной проницаемостью влаги из покровных слоев лака через слой грунта. Поэтому количественный контроль содержания влаги в процессе формирования покрытия является необходимым условием для управления процессами отделки и оптимизации параметров для повышения качества сформированных покрытий.

Движение воды в древесине может происходить под действием внешних сил (принудительное движение) и внутренних, возникающих по тем или иным причинам в самой древесине (самопроизвольное). Передвижение жидкости в древесине хвойных пород возможно по различным механизмам, что объясняется ее капиллярно-пористой структурой и коллоидной природой клеточной стенки. Условием перемещения жидкости в среде является наличие в ней сообщающихся пор. Механизм переноса и ее интенсивность зависит от размеров пор. Исследование путей переноса в радиальном направлении занимались ряд авторов. В результате было установлено, что проникновение влаги в первую очередь происходит по сердцевинным лучам. Обобщение литературных данных и данных экспериментов послужило основой для предложенной В.Н. Ермолиным [1] модели древесины, как объекта пропитки. Согласно разработанной модели жидкость проникает в полости клеток сердцевинного луча через поры на тангенциальных поверхностях. Затем раствор проникает в полости вертикальных трахеид через окаймленные поры, расположенные на радиальных стенках. Однако процессы проникновения воды в глубь древесины затруднены вследствие ее особенностей анатомического строения. Таким образом, процессы водопоглощения при отделке древесины хвойных пород являются поверхностными.

Весовой метод контроля достаточно трудоемок и может быть рекомендован только для лабораторных условий для контроля на образцах достаточно небольших размеров и трудно реализуется. В реальных условиях необходим экспресс-метод, позволяющий контролировать процессы как в лабораторных, так и в производственных условиях.

В производстве лакокрасочных материалов для контроля процессов отверждения ЛКМ широко применяются электрические методы, основанные на определении диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, определения электропроводности и удельного сопротивления и других параметров [2]. Для мебельных лаков УФ-сушки был разработан кондуктометрический метод определения величины электрического удельного сопротивления в процессе отверждения покрытия [3]. Данный метод предусматривает применение эталонных подложек с установленными датчиками и не обеспечивает измерение данного параметра покрытия на древесине и определение содержания влаги непосредственно в поверхности древесины. Таким образом, до настоящего времени отсутствуют количественные методы контроля процессов взаимодействия водных ЛКМ с поверхностью древесины и определения оставшейся влаги в объеме древесины после отверждения покрытия. Разработка неразрушающих экспресс методов измерения является актуальной задачей.

С учетом этого для контроля содержания влаги в процессе формирования покрытий нами предлагается использовать сканирующий измеритель влажности древесины LG6NG (производства фирмы «LOGICA», Италия). Прибор позволяет измерить влажность древесной породы, показания прибора означают средний процент содержания влаги по сравнению с содержанием влаги в сухом дереве. Принцип измерений основан на диэлектрической проницаемости, которую имеет любой материал, и которая зависит от количества молекул воды. Прибор позволяет быстро и без повреждений измерить влажность материала внутри древесины на глубине от 1 до 3 см (с увеличением глубины измерения снижается чувствительность прибора). Влагомер, имеет многопозиционный переключатель, настраивающий прибор на измерение древесины определенной плотности (каждая из групп включает в себя наиболее распространенные породы).

Проведенные в лаборатории отделки СибГТУ поисковые исследования показали, что результаты измерений прибора с учетом плотности таких материалов как стекло, плексиглас и поливинилхлорид показали, что результаты измерения соответствуют диэлектрической проницаемости данных материалов [4]. Следовательно, градуировка шкалы прибора может применять для контроля диэлектрической проницаемости древесины, включающей в себя древесину и покровный материал (см. табл.).

Таблица – Результаты измерений электрических свойств материалов

Материал	Диэлектрическая проницаемость	Показание прибора
стекло	5- 15	11,4
плексиглас	3 - 4	3,8
полихлорвинил	5	5,4

Исследования процессов взаимодействия древесины влажностью 8 % с водой осуществились на образцах сосны тангенциального разреза размером 120×50×5 мм. Поверхность древесины смачивалась в течение 5 (1 образец), 60 (2 образец) и 300 (3 образец) секунд.

Для контроля процессов отверждения водоразбавляемого лака «Суперкрил» фирмы «AKZO NOBEL» в качестве подложки использовался плексиглас толщиной 3

мм, толщина покрытия в жидком слое (ж.с.) составляла 100, 200 и 300 мкм, отверждение осуществлялось при нормальных условиях. Вязкость рабочего состава лака составляла 40 с. На поверхности древесины сосны первый слой наносился толщиной 100, 200 и 300 мкм в жидком слое. Толщина второго слоя на всех образцах составляла 200 мкм ж.с. Измерения производились при достижении покрытием 2 степени отверждения по ГОСТ 19007-89.

Результаты исследования процессов взаимодействия воды с поверхностью древесины сосны представлены на рисунке 1. Установлено, что количество оставшейся воды в древесине прямо пропорционально диэлектрической проницаемости материала, измеренного электровлагомером LG6NG. При этом, чем дольше происходил процесс предварительного смачивания поверхности древесины, тем медленнее происходит удаление воды и, соответственно, уменьшается диэлектрическая проницаемость поверхностного слоя древесины.

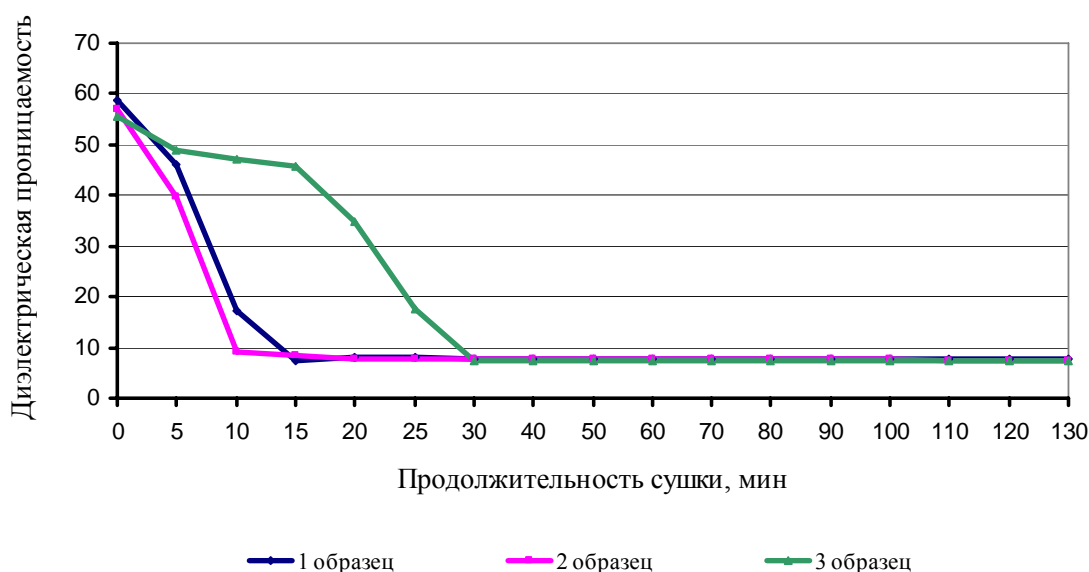


Рисунок 1 – Изменение диэлектрической проницаемости поверхности сосны в процессе сушки

Установлено, что при кратковременном контакте древесины с водой (5 и 60 секунд) в процессе сушки происходит быстрое изменение диэлектрической проницаемости, тогда как при смачивании поверхности в течение 5 минут этот процесс замедляется, что объясняется проникновением воды в поверхность древесины на большую глубину.

Процесс отверждения акрилового лака «Суперкрил» на лакируемой поверхности контролировался по величине диэлектрической проницаемости при ее изменении до величины исходного значения подложки. Экспериментально установлено, что при формировании покрытия толщиной 100 мкм ж.с. время отверждения составляет 24 минуты; для толщины слоя 200 мкм ж.с. эта величина составляет 137 минут, а при 300 мкм ж.с. – соответственно 196 минут. Следовательно, предлагаемый экспресс-метод может быть применим для контроля процесса удаления влаги из покрытий разной толщины.

Аналогичные исследования процессов отверждения, проведенные на поверхности древесины сосны, показали, что при толщине слоя 100 мкм величина диэлектрической проницаемости лакированной поверхности соответствует диэлектрической проницаемости чистой древесины через 75 минут; при толщине слоя 200 мкм ж.с. – 105 минут, а при толщине ж.с 300 мкм – 140 минут.

Вывод:

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о возможности использования прибора LG6NG для количественного контроля процессов взаимодействия водных отделочных материалов с древесными подложками. Применение данного метода позволит изучить процессы удаления воды из древесины и определить количество оставшейся влаги в поверхностном слое подложки при формировании многослойного покрытия с использованием водных отделочных материалов.

Библиографический список

1. Ермолин, В.Н., Основы повышения проницаемости жидкостями древесины хвойных пород. Монография.– Красноярск, СибГТУ, 1999. – 100 с.
2. Карякина М.И., Испытание лакокрасочных материалов и покрытий.– М.: Химия, 1998. –272 с.
3. Крисанов, В.Ф. МЛТИ. Метод определения степени отверждения лакокрасочных материалов [Текст] / В.Ф. Крисанов, Е.Е. Овчаренко, Н.И. Игнатова. // Деревооб- раб. пром-сть. – 1987. – №3. – С. 14-15.
4. Кухлинг Х. Справочник по физике. Пер. с нем. 2-е изд. – М.: Мир, 1985.– 520 с.

Новосёлов А.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) novav.9@rambler.ru

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ РАСКРОЕ БРЕВЕН ЭЛЛИПТИЧНОГО СЕЧЕНИЯ В ПИФАГОРИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БРЕВНА

CALCULATION OF THE SAW-TIMBERS OPTIMUM SIZES RECEIVED AT CUTTING OF SECTION IN THE LOG PYTHAGOREAN ZONE LOGS ELLIPTIC

Поперечное сечение бревна отлично от формы круга. При среднем диаметре 30 см эллиптичность возможна у 80% бревен [1]. Эллиптичность поперечного сечения бревна приводит к рассеянию толщин и ширин пиломатериалов, что отрицательно отражается на спецификационном и объемном выходе пиломатериалов.

Теоретически доказано, что из эллиптических бревен возможно получить пиломатериалы с таким же объемным выходом, что и из бревен круглого сечения, при этом оптимальные значения пиломатериалов определены для раскроя только перпендикулярно наибольшему или наименьшему диаметру бревна [2].

Определим оптимальные размеры досок, при повороте бревна вокруг оси, относительно поставы на угол α . Для этого рассмотрим поперечное сечение бревна как эллипс, а образующую бревна как прямую, параллельную оси бревна. Тогда все доски, выпиленные из этого бревна, будут иметь равную длину, а оптимальные размеры поперечных сечений обрезных досок можно определить, как размеры прямоугольников вписанных в эллипс. Данный случай относится к выработке досок из пифагорической зоны, при раскросе вдоль оси бревна, или при раскросе бревен вдоль образующей.

Оптимальная ширина досок в пифагорической зоне бревна эллиптического сечения равна [3]

$$b_i = \frac{2k\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2}}{k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}, \quad (1)$$

где k – коэффициент сжатия эллипса, $k=r_b/r_a$;

r_a, r_b - радиусы эллипса;

α – угол поворота эллипса (град.);

e_1 – расстояние от центра бревна до наружной пласти доски.

Для обозначений принятых на рисунке 1, площадь поперечного сечения одной обрезной доски толщиной a_1 , выпиленной из пластины (сегмента)

$$F_1 = a_1 \frac{2k\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2}}{k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}. \quad (2)$$

Иследуем функцию (2) на экстремум:

$$\frac{dF_1}{da_1} = \frac{2k}{k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \left[\frac{\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2}}{2\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2}} + \frac{a_1(-2e_1)}{2\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2}} \right] \quad (3)$$

Путем решения уравнения (3) относительно a_1 (с учетом того, что $e_1=C+a_1$) находим оптимальное значение толщины доски

$$a_1 = 0,25\sqrt{8r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + C_1^2} - 3C \quad (4)$$

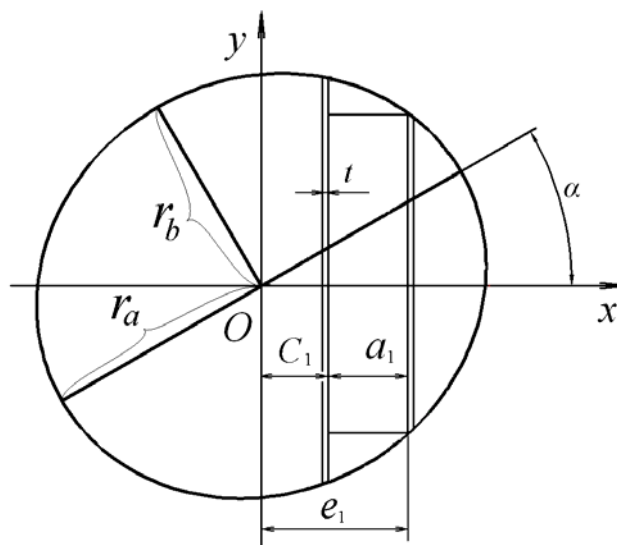


Рисунок 1 – Схема распиловки пластины (сегмента) на одну доску

Для обозначений принятых на рисунке 2, суммарная площадь поперечных сечений досок вписанных в эллипс толщиной a_1 и a_2

$$F_2 = a_1 \frac{2k\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2}}{k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} + a_2 \frac{2k\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_2^2}}{k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (5)$$

Исследуем суммарную площадь поперечных сечений обрезных досок F_2 на экстремум:

$$\frac{dF_2}{da_2} = \frac{2k}{k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \left[\frac{a_1(-2e_1)}{2\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2}} + \right. \\ \left. + \frac{\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_2^2}}{2\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_2^2}} + \frac{a_2(-2e_2)}{2\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_2^2}} \right] \quad (6)$$

Решая уравнение (6) относительно a_2 (с учетом того, что, как следует из (3), $a_1 = (r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2) / e_1$, и того, что $e_2 = C_1 - t$, а $e_1 = C_1 + a_1$), получаем оптимальное значение второй доски

$$a_2 = \frac{\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_2^2}}{e_2} \left(\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_2^2} - \sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - e_1^2} \right). \quad (7)$$

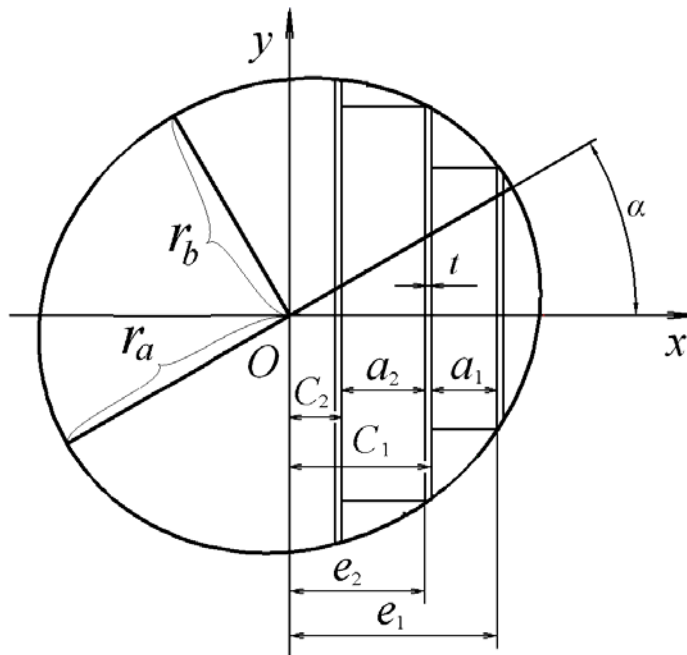


Рисунок 2 – Схема распиловки пластины (сегмента) на две доски

Порядок определения оптимальной толщины третьей и последующих досок сходен с показанным выше. Поэтому толщина доски a_m будем определять, полагая, что уже определено значение $C_{m-1} = C_{m-2} - (a_{m-1} + t)$

$$a_m = \frac{\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - (C_{m-1} - t)^2}}{e_2} \left(\sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - (C_{m-1} - t)^2} - \sqrt{r_a^2(k^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - (C_{m-1} + a_{m-1})^2} \right) \quad (8)$$

В частном случае, при повороте бревна на угол $\alpha=0^0$ или $\alpha=90^0$ мы приходим к известным рекомендациям [2], о расчете оптимальных толщин аналогично расчетам при круглом поперечном сечении бревна, в долях соответствующего радиуса.

Описанная последовательность определения оптимальных значений толщин досок отвечает строгим требованиям алгоритмизации, и позволяет определить оптимальные толщины досок при любом их количестве, при различной толщине пропила и различном значении угла поворота бревна.

Библиографический список

1. Анучин Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Гослесбумиздат, 1960. -521 с.
2. Пижурин А.А. Основы моделирования и оптимизации процессов деревообработки / А.А. Пижурин, М.С. Розенблит. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 294 с.
3. Новосёлов А.В. Эллиптичность бревен и оптимальные размеры пиломатериалов // Материалы II международного евразийского симпозиума. Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды II международного евразийского симпозиума / Под ред. В.Г Новоселова. Екатеринбург, 2007. – С. 134 -136.

Пардаев А.С. (БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь) pas6126020@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОМ АНАЛИЗЕ СТОЛЯРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

MODELLING OF WOOD PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES AT THE IS FINAL-ELEMENT ANALYSIS OF JOINER'S PRODUCTS

К столярным относятся изделия, изготавливаемые полностью или в основном из древесины и древесных материалов: несущие, ограждающие конструкции и элементы зданий (например, окна, двери, перегородки, щиты и панели, покрытия пола), мебель, корпуса теле- и радиоаппаратуры, музыкальные инструменты и многое другое [1]. Они характеризуются тщательной обработкой поверхности, точной пригонкой соединений и сборочных единиц.

Производство столярных изделий является крупным потребителем древесины и характеризуется большими объемами производства. Активизация жилищного строи-

тельства требует поставки большого количества столярно-строительных изделий, отвечающих все возрастающим эксплуатационным требованиям.

Прочность, надежность и долговечность столярных изделий (СИ) в значительной мере зависит от правильного выбора размеров деталей, элементов, их соединений и применения соответствующих материалов.

В настоящее время наряду с традиционными способами оценки прочности изделий все чаще используются подходы, основанные на численных методах. Это связано с внедрением систем автоматизированного проектирования, усложнением геометрии и структуры конструкций с ужесточением требований к их прочности, а также сокращением сроков, отводимых на подготовку производства продукции.

Существует несколько математических методов реализации представления геометрии в системах анализа, основанных на численных методах, это:

- метод конечных разностей (МКР);
- метод конечных элементов (МКЭ);
- метод граничных элементов (МГЭ)

МГЭ является весьма перспективным, но пока еще не нашел практического применения.

С помощью МКР реализованы многие системы анализа линейного программирования (MAGMASOFT, AFS, CastCAE, LVMFlow и др.). Это вызвано простотой применения данного метода, хотя он имеет существенный недостаток, заключающийся в искажении геометрии при ее ступенчатом представлении (например, периметр круга, представленного МКР, равен периметру описанного вокруг него квадрата).

МКЭ [2] позволяет описать геометрию с любой степенью точности, поэтому его применение представляется более предпочтительным. Следовательно, для повышения точности моделирования следует выбирать систему, основанную на МКЭ. В большинстве современных программных комплексов (например, ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, ProCAST, SIMTEC, PASSAGE/PowerCAST, ПОЛИГОН) численный анализ реализован с помощью МКЭ.

Использование систем конечно-элементного анализа делает возможным исследование объектов без изготовления их материального прототипа, путем создания и решения адекватной математической модели. Это позволяет в несколько раз сократить период конструкторско-технологической подготовки производства продукции, материальные расходы и оптимизировать конструкцию по определенным критериям.

Однако, применение метода конечных элементов, при анализе столярных конструкций, требует больших знаний о самом методе, опыта работы и наличие прикладных методик расчета СИ, учитывающих особенности древесного материала и действительной работы конструкций.

Цель проведенного исследования – повышение эффективности конструкционного анализа столярных изделий на основе численных методов расчета напряженно-деформированного состояния за счет снижения затрат в процессе подготовки производства на стадиях разработки изделий.

В соответствии с указанной целью сформулированы основные задачи исследования:

- предложить модель физико-механических свойств древесины при конечно-элементном анализе СИ;

- разработать прикладную методику расчета СИ, которая позволит учесть особенности физико-механических характеристик древесного материала (анизотропию, усушку и разбухание);

Рассмотрим методику моделирования и результат решения задачи прогнозирования напряженно-деформированного состояния СИ на примере столярной плиты, состоящей из склеенных между собой сосновых реек, которое возникает вследствие внешних воздействий (набухание древесины вследствие ее увлажнения). Воспользоваться при этом можно различными компьютерными системами конечно-элементного анализа, например ANSYS, позволяющей учесть анизотропию физико-механических свойств древесины, а также их изменчивость при изменении влажности древесины.

В процессе моделирования свойств древесины и анализа столярных конструкций приняты следующие допущения:

1. У древесины близкая к линейной зависимость между напряжением и деформациями наблюдается при кратковременных нагрузках до величины напряжений, соответствующих пределу пропорциональности. При этом можно с некоторым приближением считать, что древесина подчиняется закону Гука. Структурные особенности древесины определяют явно выраженные различия упругих свойств по разным направлениям, т.е. упругую анизотропию [3]. Следовательно, применительно к древесине, связь между напряжениями и деформациями осуществляется через упругие постоянные на базе теории упругости анизотропного тела.

Основное соотношение между напряжением и деформацией для упругих анизотропных материалов, в том числе и древесины, в матричной форме имеет вид:

$$\{\varepsilon\} = [D] \cdot \{\sigma\} + \{\varepsilon_0\} \quad (1)$$

где $\{\varepsilon\}$ – вектор деформаций; $[D]$ – матрица податливости; $\{\sigma\}$ – вектор напряжений; $\{\varepsilon_0\}$ – вектор начальных деформаций, в данной модели предлагается рассматривать как вектор влажностных деформаций.

Матрица податливости для анизотропных материалов, размером 6×6, имеет вид:

$$[D] = \begin{bmatrix} 1/E_r & -\mu_{tr}/E_r & -\mu_{ar}/E_r & 0 & 0 & 0 \\ -\mu_{rt}/E_t & 1/E_t & -\mu_{at}/E_t & 0 & 0 & 0 \\ -\mu_{ra}/E_a & -\mu_{ta}/E_a & 1/E_a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_{rt} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{ta} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{ra} \end{bmatrix} \quad (2)$$

где E – модуль упругости, G – модуль сдвига, μ – коэффициент поперечной деформации. При этом в соответствии с ГОСТ 16483.29-73 [4] и ГОСТ 16483.30-73 [5], первый индекс μ указывает направление поперечной деформации ε , второй – направление вызвавшего ее напряжения σ . Двойные индексы G соответствуют направлениям осей симметрии, между которыми происходит изменение прямого угла. Индекс a указывает направление вдоль волокон древесины, r – радиальное направление поперек волокон, t – тангенциальное направление поперек волокон.

Исходя из допущения о существовании упругого потенциала (3)

$$\frac{\mu_{ra}}{E_a} = \frac{\mu_{ar}}{E_r}, \quad \frac{\mu_{ta}}{E_a} = \frac{\mu_{at}}{E_t}, \quad \frac{\mu_{tr}}{E_r} = \frac{\mu_{rt}}{E_t} \quad (3)$$

и ограниченных возможностей существующего, в настоящее время, программного обеспечения, имеет смысл преобразовать матрицу податливости к симметричному виду, путем усреднения попарно равных величин записанных в соотношениях (3).

Например, для сосны, с учетом справочных данных [6] и экспериментальных [3], матрица податливости (2) имеет вид, Па:

$$[D] = \begin{bmatrix} 5,75 \cdot 10^{-10} & -3,03 \cdot 10^{-10} & -4,48 \cdot 10^{-11} & 0 & 0 & 0 \\ -3,40 \cdot 10^{-10} & 1,11 \cdot 10^{-9} & -5,00 \cdot 10^{-11} & 0 & 0 & 0 \\ -4,46 \cdot 10^{-11} & -4,10 \cdot 10^{-11} & 8,85 \cdot 10^{-11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2,38 \cdot 10^{-9} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1,25 \cdot 10^{-9} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8,35 \cdot 10^{-10} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Усредненная и симметричная, принятая в дальнейших расчетах, матрица податливости для сосны имеет вид, Па:

$$[D] = \begin{bmatrix} 5,75 \cdot 10^{-10} & -3,21 \cdot 10^{-10} & -4,47 \cdot 10^{-11} & 0 & 0 & 0 \\ -3,21 \cdot 10^{-10} & 1,11 \cdot 10^{-9} & -4,55 \cdot 10^{-11} & 0 & 0 & 0 \\ -4,47 \cdot 10^{-11} & -4,55 \cdot 10^{-11} & 8,85 \cdot 10^{-11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2,38 \cdot 10^{-9} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1,25 \cdot 10^{-9} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8,35 \cdot 10^{-10} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Сравнивая исходную (4) и преобразованную матрицу податливости (5) можно отметить их незначительное отличие, а стало быть, и правомерность использования симметричной матрицы.

Вектор влажностных деформаций $\{\varepsilon_0\}$ в матричной форме имеет вид:

$$\{\varepsilon_0\} = (W - W_0) \cdot [K_r \quad K_t \quad K_a \quad 0 \quad 0 \quad 0]$$

где W – влажность древесины в начальный момент времени; W_0 – конечная влажность древесины; K_r , K_t , K_a – коэффициент усушки/разбухания в радиальном, тангенциальном и продольном направлении соответственно. Значения указанных коэффициентов приняты в соответствии с экспериментальными данными [3].

2. Все параметры, характеризующие физико-механические свойства древесины, заданы с учетом цилиндрической системы координат (рис. 1).

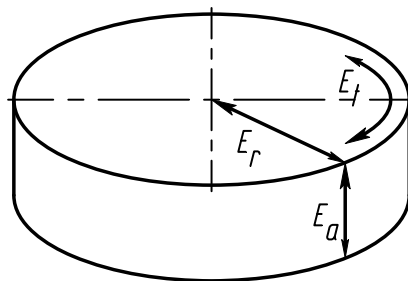


Рисунок 1 – Цилиндрическая система координат анизотропии постоянных упругости древесины

3. Для учета изменения механических свойств древесины при изменении ее влажности, использованы соотношения для пересчета к нормализованной влажности в соответствии с ГОСТ 16483.24-73 – ГОСТ 16483.30-73 [4, 5].

4. Все нагрузки являются установившимися во времени.

Описание конструкции. Клееный щит состоит из пяти реек древесины сосны сечением 44×110 мм, соединенных между собой по длине. Схема расположения годичных слоев в смежных рейках принята случайным образом. Расчетное увеличение влажности древесины составляет 22%, что соответствует изменению начальной влажности образца от 8% до предела насыщения клеточных стенок.

Описание методики эксперимента. Клееный щит в течение 7 часов находится в камере при температуре 70° и относительной влажности воздуха 100%. Далее 14 часов выдержка при температуре 20° и относительной влажности воздуха 100% для выравнивания влажности по сечению бруска. После чего, снова образцы находятся в камере при температуре 70° и относительной влажности воздуха 100%. Периодически осуществляется контроль влажности образцов и их масса. По достижении влажности более 30% и массы образцов более расчетной образцы извлекают. Образцы укладывают на лист бумаги и обводом по контуру отмечают профиль. Максимальный прогиб измеряется с помощью цифрового штангенциркуля ГОСТ 166-80. Масса брусков определялась с помощью электронных весов SCOUT 6000x1.

Методика моделирования нагрузок и воздействий при решении статических задач с использованием систем конечно-элементного анализа представлена в литературе [7], а на примере столярных конструкций в работе [8].

Основные результаты натурального эксперимента и конечно-элементного моделирования столярной плиты представлены на рис. 2–5. На рис. 2. представлен внешний вид образца после окончания натурального эксперимента с указанием максимального прогиба равного 14,0 мм. На рис. 3 показан результат моделирования поведения конструкции в условиях натурального эксперимента. Максимальный прогиб столярного щита составляет 12,4 мм. Расхождение экспериментальных данных и результатов моделирования (12,9%) можно объяснить тем, что в процессе моделирования физико-механические свойства древесины для всех пяти реек приняты одинаковыми. При уточнении указанных выше показателей, отдельно для каждой рейки, результат моделирования может быть скорректирован. Были выявлены также зоны повышенной концентрации растягивающих и сжимающих напряжений (рис. 4–5), которые могут привести к появлению трещин и разрушению конструкции.



Рисунок 2 – Внешний вид образца после окончания натурального эксперимента

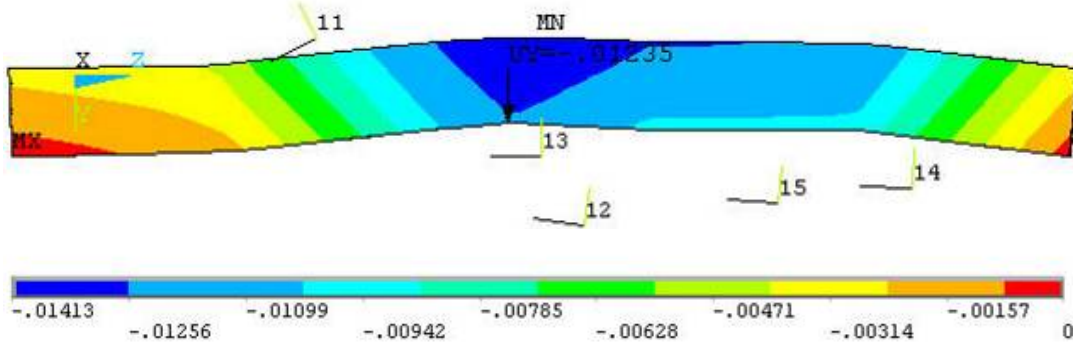


Рисунок 3 – Результат расчета деформаций щита на модели с указанием максимального прогиба

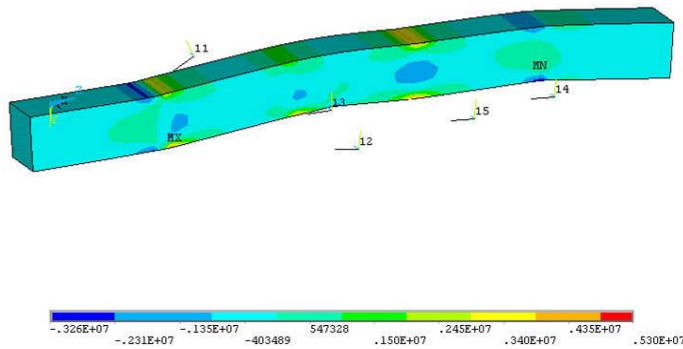


Рисунок 4 – Отображение поля напряжений по толщине щита в модели

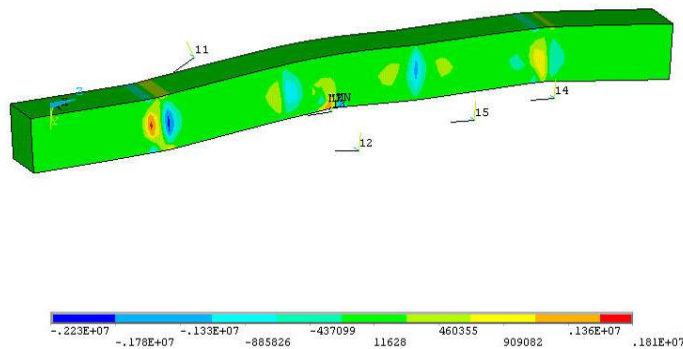


Рисунок 5 – Отображение поля напряжений по ширине щита в модели

В результате всестороннего анализа модели щита, а так же в целях уменьшения покоробленности и снижения концентрации напряжений предложена другая схема компоновки годовичных слоев в смежных рейках (рис. 6). Для чего необходимо несколько реек поменять местами и перевернуть, а рейку тангенциальной распиловки заменить радиальной.

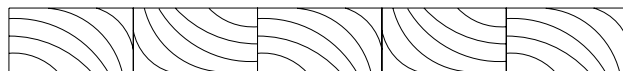


Рисунок 6 – Схема компоновки годовичных слоев в смежных рейках усовершенствованной конструкции

После совершенствования конструкции столярной плиты максимальный прогиб уменьшился в 14,5 раз и составил 0,9 мм., а максимальные растягивающие напряжения уменьшились в 1,8 раза и не превысили допустимых значений с коэффициентом запаса 2 (рис. 7–8).

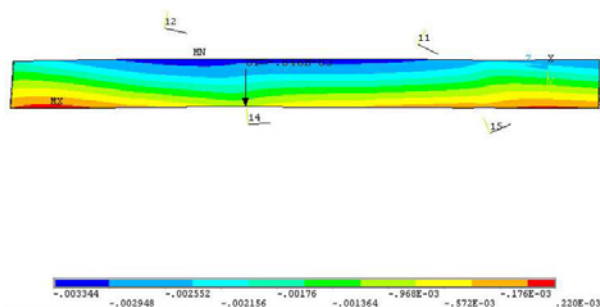


Рисунок 7 – Результат расчета деформаций щита на модели

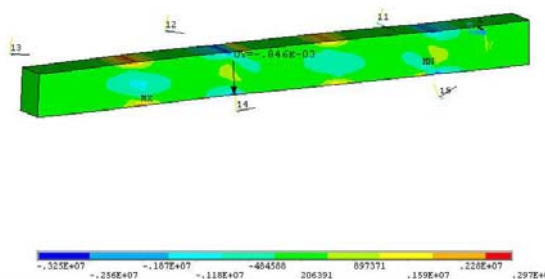


Рисунок 8 – Изображение поля напряжений по ширине щита на модели

Таким образом, была найдена оптимальная схема компоновки годовичных слоев в смежных рейках столярного щита, обеспечивающая снижение покоробленности конструкции при одновременном уменьшении напряжений, возникающих вследствие увлажнения древесины в процессе эксплуатации.

Проведенный анализ конструкции показывает, что использование систем конечно-элементного анализа позволяет выявить недостатки изделия на концептуальной стадии проекта и исправить их до начала изготовления с учетом заданных технических условий.

Заключение.

- Предложена модель физико-механических свойств древесины при конечно-элементном анализе столярных изделий на основе цилиндрической системы координат анизотропии постоянных упругости;
- Разработана прикладная методика расчета столярных изделий, позволяющая учесть особенности анизотропии физико-механических характеристик древесного материала с учетом усушки и разбухания древесины при изменении температурно-влажностных условий окружающей среды;
- Проведено численное исследование столярного щита работающего в условиях повышенной влажности;
- Показана хорошая корреляция экспериментальных данных и результатов моделирования;

- Разработанная модель может быть применена для исследования и оптимизации столярных конструкций по условиям прочности и деформативности (например, деталей мебели и их узловых соединений), в вагоностроении (перегородки, панели, багажные полки, настил полов, встроенная мебель и другие элементы конструкций), в судостроительной промышленности (элементы конструкций полов, перегородок, дверей, стеновых панелей, встроенная мебель и другие несущие элементы конструкций), в деревянном домостроении, в производстве столярно-строительных изделий и в других отраслях народного хозяйства.

Библиографический список

1. Российская архитектурно-строительная энциклопедия. Т. 8: Деревянное зодчество России. – Москва: ВНИИТПИ Госстроя России, 2002. – 325 с.
2. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич – Москва: Мир, 1975. – 541 с.
3. Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: Учебник для лесотехнических вузов / Б.Н. Уголев. – 3-е изд. – Москва: МГУЛ, 2002. – 340 с.
4. Древесина. Метод определения коэффициентов поперечной деформации: ГОСТ 16483.29-73*. – Введ. 01.01.1975. – Москва: Госстандарт России: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с.
5. Древесина. Метод определения модулей сдвига: ГОСТ 16483.30-73*. – Введ. 01.01.1975. – Москва: Госстандарт России: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с.
6. Древесина. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов: ГСССД 69-84. – Введ. 01.01.1985. – Москва: Госстандарт России: Издательство стандартов, 1985. – 29 с.
7. Каплун, А.Б. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева. – Москва: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
8. Пардаев, А.С. Принципы моделирования и анализа прочности столярных конструкций на основе метода конечных элементов / А.С. Пардаев, С.П. Трофимов // Труды БГТУ: науч. тр. / БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2005. – Вып. XIII. – С. 162–164.

Петелина О.А., Аристархов Е.Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ

THE ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF CHARCOAL PRODUCTION

Вопросы экономии энергетических ресурсов стояли перед обществом во все времена. С повышением уровня развития цивилизации эта актуальная проблема все больше обостряется, перерастая в кризис.

Главным направлением ускорения научно-технического прогресса, обеспечивающим интенсификацию лесозаготовительного и деревоперерабатывающего производств, является переход на малоотходные, безотходные и ресурсосберегающие технологические процессы.

Эффективность энергопотребления возможна за счет увеличения использования возобновляемых источников энергетических ресурсов в энергобалансе. В данном случае таким источником является биотопливо.

Разработка и освоение новых ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий деревопереработки должны основываться на анализе и совершенствовании существующих технологических схем.

На предприятиях лесного комплекса одним из направлений переработки древесного сырья является производство древесного угля.

В качестве основного оборудования технологического процесса производства древесного угля в рамках предприятия рассматривается установка МПРУ-22-2.1.

Установка типа МПРУ-22-2.1 предназначена для изготовления древесного угля из древесных и других органических отходов в вертикальных выемных ретортах.

Основным отличием установки от традиционно применяемых является:

- поддержание процессов сушки и пиролиза за счет тепла, получаемого при дожигании и топке пиролизных газов;
- регулирование температурного режима в камерах установки;
- полное дожигание пиролизных газов в топке при температуре $1100 - 1250^{\circ}C$;
- избыточное технологическое тепло, снимаемое с теплообменника экономайзера, может использоваться для отопления и горячего водоснабжения помещений, сушки лесоматериалов и других нужд.

Установка эксплуатируется на открытой площадке круглосуточно и круглогодично, специального помещения (цеха) не требует.

Экологическая безопасность установки обеспечивается применяемой технологией, которая предусматривает 100% дожигание пиролизных газов непосредственно в топке установки при температуре $1100 - 1250^{\circ}C$.

Энергосберегающий экономический эффект от использования установки МПРУ-22-2.1 в технологическом процессе предприятия заключается в использовании вторичного тепла, т.е. тепла воды, получаемого в металлических сводах установки, через теплообменники, по воздуховоду подаваемого в сушильные камеры. Кроме этого, используется тепло отходящих газов, которые ранее выбрасывались через дымовую трубу в атмосферу. Достигается данный процесс рекуператором, установленным между сводом установки и дымовой трубой.

Рекуператор – сварной теплообменник $d = 2000$ мм с врезанными в него трубами $d = 114$ мм. Отходящие дымовые газы проходят через эти трубы, нагревая их. Поток воздуха снимает тепло и по воздуховоду $d = 530$ мм доставляет в сушильную камеру, предназначенную для размораживания древесины в зимний период или сушки пиломатериалов. Сушильная камера, в данном случае, представляет собой забетонированное углубление в земле размерами $1200 \times 5000 \times 3000$ мм, разделенное двумя металлическими перегородками на три рабочие части. Сверху сушильная камера закрывается тремя металлическими крышками.

Для конкретных условий был проведен расчет рекуператора для нагрева воздуха отходящими газами. Минимально необходимая поверхность нагрева составляет 21 м^2

Исходя из имеющегося оборудования - емкости $d = 2000 \text{ мм}$ и $\ell = 4000 \text{ мм}$, предлагается выполнить рекуператор с поверхностью нагрева из стальных труб $d = 108 \text{ мм}$ и $\ell = 3500 \text{ мм}$. Минимальное количество труб в рекуператоре, по расчету, составит 16 штук.

Учитывая сечение газохода и дымовой трубы, количество труб рекуператора необходимо увеличить, чтобы уменьшить аэродинамическое сопротивление для отходящих газов. Если общий газоход будет выполнен трубой $d = 700 \text{ мм}$, то количество труб $d = 108 \text{ мм}$ при этом должно быть 45 шт.

Количество воздуха, необходимое для снятия тепла отходящих газов $L = 4500 \text{ м}^3/\text{ч}$. Это минимальное количество воздуха при заданных температурах, которое должен подавать вентилятор. Необходимый напор вентилятора определяется по сопротивлению воздуха.

Также произведен расчет расхода воды и диаметр трубопроводов по зонам установки. По полученным данным выбран насос К 45/30, с расходом воды $G = 45 \text{ м}^3/\text{час}$.

Данный расчет выполнен на одну установку. При одновременной работе двух установок объем воды и тепла увеличивается вдвое.

На каждом своде установки предусматривается установка воздушников для удаления воздуха при заполнении системы охлаждения.

Экономическая выгода от внедрения оборудования, работающего на вторичном тепле, очевидна. Через энергосбережение прокладывается путь к повышению конкурентоспособности продукции.

Полякова Т.В., Новоселов В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

nauka-les@yandex.ru

ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕРЕВЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ

THE TECHNICS AND THE METHODS OF THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF WOODEN PRODUCTS ACCURACY PROCESSING

Одним из основных показателей качества изготавливаемой продукции по ГОСТ 27.202-83 [1] с точки зрения надежности технологической системы по параметрам продукции является точность.

Основным, определяющим точность обработки, является фактическое положение плоскости резания. Жесткие режимы эксплуатации приводят к высокой интенсивности изнашивания инструмента и затуплению лезвия. В результате радиус вписанной окружности увеличивается, а ее центр перемещается по биссектрисе угла заточки. Со-

ответственно смещается и поверхность обработки. В результате фактические размеры обработанной детали выходят за пределы соответствующих допусков, происходит отказ и наступает неработоспособное состояние технологической системы по параметру качества продукции «точность».

Физическая модель, описывающая потерю точности в деревообработке по мере износа инструмента, и закономерности возникновения соответствующих отказов приведена в работе [2].

Теоретическое исследование предложенной модели методом численного эксперимента, выполненное в работе [3], позволило выдвинуть гипотезу о том, что наибольшее влияние на наработку до отказа оказывает изменение таких факторов как: допустимое смещение поверхности обработки; интенсивность изнашивания и припуск на обработку. Коэффициенты регрессии других факторов в рассмотренных диапазонах их варьирования составляют величины второго и выше порядка малости. Для проверки этой гипотезы необходимо провести экспериментальные исследования.

Определение параметров точности технологических систем операций (процессов) производится на основе статистической обработки результатов измерений партии (выборки) обработанных деталей (ГОСТ 27.202-83). Выборка объемом 50...200 деталей носит название выборки из случайно отобранных деталей, изготовленных при одной или нескольких настройках на одной машине. Результаты замера такой представительной выборки дают уверенность в том, что подсчитанные значения точности действительно отражают техническое состояние машины.

Одним из основных показателей технологической точности деревообрабатывающих машин как технологических систем является коэффициент точности (по контролируемому параметру) $K_T = \omega/\delta$, где δ – допуск на контролируемый размер детали для заданного качества; ω – фактическое поле рассеивания контролируемого размера (рис. 1).

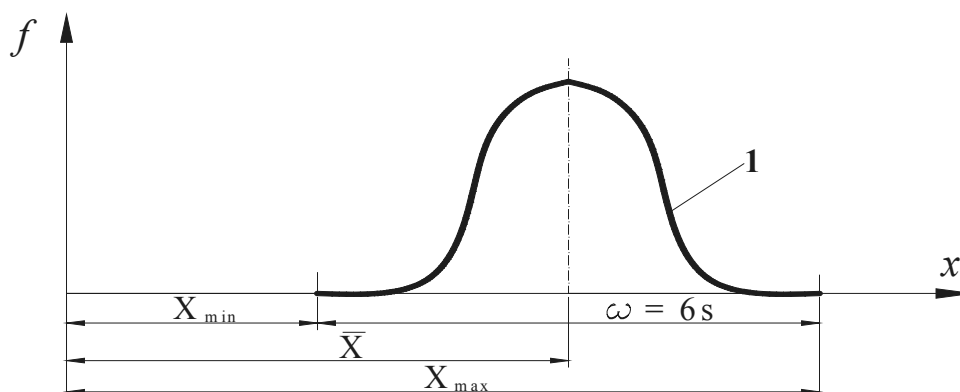


Рисунок 1 – Схема формирования технологической точности обработки:
1 — кривая плотности нормального распределения

Все измеренные значения размера X графически можно отложить на отрезке, заключенном между граничными значениями X_{\max} X_{\min} . Разбиваем этот отрезок на N равных интервалов. Величина интервала, мм

$$K = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{N}.$$

Находим середины интервалов и считаем, сколько раз они встречаются в выборке, устанавливаем распределение частот в выборке. При статистической обработке материалов наблюдений находим среднее выборочное, среднее квадратическое отклонение и допуск качества.

Центр группирования размеров партии деталей (среднее арифметическое значение):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i n_i}{n},$$

где x_i - среднее значение интервала;

n_i - частота (число размеров деталей в интервале);

n - количество измерений размеров в совокупности.

Среднее квадратическое отклонение выборочное определяем по формуле:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n-1}}.$$

Поле рассеяния размеров партии деталей, обработанных на станке, может быть найдено по формуле: $\omega = 6s$.

Технологическая точность работы станка по заданному качеству обеспечивается при выполнении условия $K_T \leq 1$.

Для целей контроля соответствия точности обработки деревянных деталей требованиям нормативно-технической документации используют индикаторные толщиномеры, настраиваемые на номинальный размер по соответствующим образцовым концевым мерам. Цена деления индикатора в таком толщиномере составляет 0,1 мм, что достаточно для контроля процесса обработки в соответствии с нормами точности на деревообрабатывающие станки. То есть, при измерении фиксируется только факт соответствия или не соответствия размера полю допуска по чертежу (0,10...0,15 мм [4]).

Как показано в работе [5], для определительных испытаний на надежность технологических систем деревообработки по параметру качества продукции «точность» необходимо применять средство измерения с ценой деления не более 0,01 мм. Этому требованию отвечает электронный штангенциркуль типа ШЦЦ-I по ГОСТ 166-89 с глубиномером, предназначенный для абсолютных и относительных измерений наружных и внутренних размеров и глубин до 125 (150, 200, 250, 300) мм, со значением отсчета по цифровому дисплею 0,01 мм (рис. 2).

Перед измерением необходимо протереть измерительные поверхности чистой сухой тканью и выдержать на рабочем месте не менее 3 часов. Включить электронное устройство штангенциркуля нажатием кнопки «OFF/ON». Переключить режим единиц измерения штангенциркуля дюйм/миллиметр в необходимый с помощью кнопки «INCH/MM». Проверить плавность хода рамки и нулевую установку на дисплее при сомкнутых губках штангенциркуля.

Не допускать:

- грубых ударов или падений во избежание изгиба штанги и повреждения электронного устройства;
- царапин на измерительных поверхностях.



Рисунок 2 – Электронный штангенциркуль типа ШЦЦ- I – 200

При измерении наружных поверхностей необходимо, чтобы не было перекосов, губки были перпендикулярны измеряемой поверхности. Губки для наружных измерений опустить настолько это возможно.

После окончания работы штангенциркуль протереть чистой тканью, выключить с помощью кнопки «OFF/ON» и уложить в футляр.

Измерения обработанных деревянных деталей в соответствии с ГОСТ 7228-75 [6] производим в трех сечениях: по середине и на расстоянии от торцов 20 мм, через определенные промежутки времени. Разное количество деталей измеряем за одно и тоже время. Результаты протоколируем в журнале измерений. По результатам протокола измерений для каждой детали определяется среднее значение размера.

Средние замеры контролируемого параметра обработанных деталей составляют вариационный ряд, который подвергается статистической обработке. Находят наименьший X_{\min} и наибольший X_{\max} размер обработки, а весь диапазон от X_{\min} до X_{\max} разбиваем на временные интервалы наблюдений. Каждый замер обрабатывается по времени и результаты измерений приводятся в табличной форме.

О степени соответствия фактического рассеивания погрешностей нормальному закону распределения можно судить по практической кривой рассеивания и теоретической кривой нормального распределения. При стабильном технологическом процессе и хорошем техническом состоянии станка полигон рассеивания близок к теоретической кривой. По средним значениям, полученным для каждого временного интервала, строим подходящую линию тренда и по ней определяем момент наступления отказа по параметру продукции «точность».

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. 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.

4. ГОСТ 6449.1-82. Изделия из древесины и древесных материалов. Поля допусков для линейных размеров и посадки [Текст]. Введ. 1982-03-26. М.: Изд-во стандартов, 1991. 21 с.

5. Новосёлов В.Г. Критерии, методы и средства определения надежности технологических систем деревообработки по показателю качества «точность» / 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.

6. ГОСТ 7228-75. Деревообрабатывающее оборудование. Станки рейсмусовые. Нормы точности. [Текст] Введ. 1976-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 7 с.

Рогожникова И.Т., Новоселов В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

nauka-les@yandex.ru

**МЕТОД ПРОФИЛОМЕТРИРОВАНИЯ ДЛЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЕРЕВООБРАБОТКИ ПО
ПАРАМЕТРАМ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**

*METHOD OF PROFILE-MEASUREMENT FOR THE EXPERIMENTAL
RESEARCH OF WOODWORKING TECHNOLOGY SYSTEMS
RELIABILITY ON THE QUALITY INDEX "THE SURFACE
ROUGHNESS"*

Одним из основных показателей надежности технологической системы по параметрам продукции с точки зрения качества является шероховатость обработанных поверхностей. Физическая модель, описывающая потерю качества по показателю "шероховатость поверхности" в деревообработке по мере износа инструмента и закономерности возникновения соответствующих отказов, приведена в работе [1].

Теоретическое исследование предложенной модели методом численного эксперимента, выполненное в работе [2], позволило выдвинуть гипотезу о том, что наибольшее влияние на наработку до отказа оказывает изменение таких факторов как: шероховатость в начальный период обработки; интенсивность изнашивания инструмента и припуск на обработку. Коэффициенты регрессии других факторов в рассмотренных диапазонах их варьирования составляют величины второго и выше порядка малости. Для проверки этой гипотезы необходимо провести экспериментальные исследования.

Оценка и измерения шероховатости поверхности древесины производятся несколькими метрологическими методами по ГОСТ 15612-78 [3]:

1 профильный - оптический метод светового сечения и теневого сечения с применением микроскопов и профильный метод - профилометрирование и профилографирование с использованием профилографов-профилометров;

2 пневматический;

3 метод с применением индикаторных приборов;

4 метод визуального сравнения с образцами шероховатости поверхности (эталоны);

5 метод контроля по образцовым деталям.

Существуют также экспериментальные установки с применением ультразвукового метода [4].

Данные метрологические методы проанализированы в работе [5], и сделан вывод о целесообразности применения профилометра. Профилометр ПМД2-100 выпускает по индивидуальным заказам предприятие ООО «Микроавтоматика» г. Пензы.

Общий вид профилометра ПМД2-100 приведен на рисунке 1 [6].

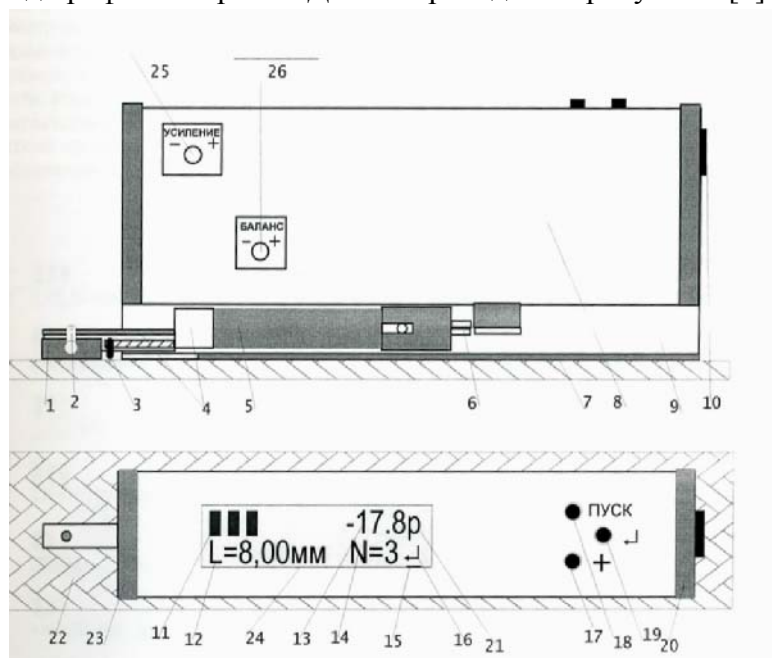


Рисунок 1 – Общий вид профилометра ПМД2-100: 1-опора измерительного щупа, 2-винт крепления опоры, 3-измерительная игла, 4,5,6-детали корпуса щупа, 7-опорная плоскость профилометра, 8-крышка, 9-основание, 10-гнездо питания, 11-сегменты индикации положения измерительной иглы, 12-длина отсечки шага, 13-цифровое значение положения измерительной иглы, 14-число отсечек, 15-курсор, 16-знак крайнего положения курсора, 17-кнопка изменения значения параметра под которым находится курсор, 18-кнопка "ПУСК", 19-кнопка перемещения курсора, 20-задняя крышка, 21-знак разряда батареи, 22-измеряемая поверхность, 23-передняя крышка, 24-дисплей, 25-отверстие для регулирования усиления, 26-отверстие для регулирования положения иглы

Профилометр выполнен в виде моноблока. В верхней части расположен дисплей и кнопки управления. В нижней части профилометра расположен щуп, имеющий опору

и измерительную иглу. При помощи электропривода щуп перемещается по измеряемой поверхности. Измерительная игла при движении щупа совершает перемещения вверх-вниз в соответствии с неровностями профиля относительно измерительной опоры. Игла связана с преобразователем перемещения в электрический сигнал.

Электрический сигнал, поступающий с щупа, усиливается, фильтруется, нормируется и подается на вход аналого - цифрового преобразователем (АЦП). Встроенная микроЭВМ обеспечивает расчет параметров шероховатости и вывод результатов на дисплей.

Управление прибором осуществляется следующим образом. Кнопкой « \downarrow » - перемещение курсора выбирается параметр значение, которого необходимо задать. Кнопкой « \leftarrow » изменяется значение параметра, под которым установлен курсор. Кроме того, кнопкой « \leftarrow » выводятся другие параметры в соответствии с рис. 2, когда курсор находится под символом « \downarrow ». После включения питания на дисплей выводятся параметры в соответствии с позицией 1 на рисунке 2. Кнопкой «ПУСК» осуществляется запуск измерений. После выведения на дисплей результатов измерений нажатие кнопки «ПУСК» приводит к возврату в исходное положение на поз.1 рис. 2. Результаты измерений выводятся на дисплей в соответствии с рис. 3.



Рисунок 2

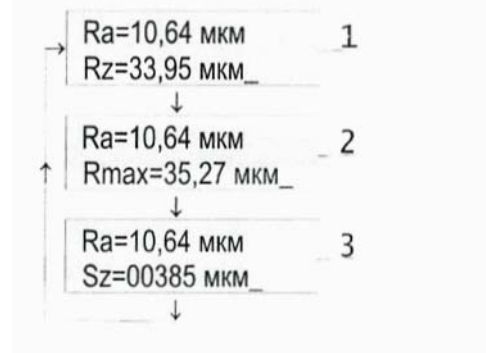


Рисунок 3

Профилометр работает от сети 220 В через блок питания 50 Гц. Выходное напряжение 6В, максимальный ток 0,5 А или от четырех батарей питания типоразмера АА.

После включения питания в верхней строке индикатора выводится информация о положении измерительной иглы на измеряемой поверхности относительно измерительной опоры. Информация выводится в цифровом виде в диапазоне $0 \dots \pm 950$ мкм и в виде строки из символов поз. 11 на рис.1 в количестве 1...10. На второй строке дисплея выводится информация о выбранном режиме измерений. Базовая длина (отсечка шага) «L=8.00 мм» и число базовых длин «N=3».

В транспортном положении щуп практически не выступает за габариты прибора. Для выдвигания щупа на измерительную позицию нажать и удерживать в нажатом со-

стоянии кнопку «ПУСК» до выведения на дисплей сообщения «ПУСК». При этом включается двигатель, и щуп начинает выдвигаться. Одновременно на дисплей выводится сообщение «НЕТ СРАБ КОН» - нет срабатывания конечного выключателя. После того как щуп выдвинется на 80 мм, сработает конечный выключатель. Сообщение «НЕТ СРАБ КОН» снимается, происходит небольшой рывок в обратном направлении. Далее выводится сообщение «ПУСК» и щуп начинает измерительное перемещение. На дисплей выводятся результаты измерения в соответствии с рис. 3.

Щуп на измеряемую поверхность необходимо устанавливать, таким образом, чтобы измерительная игла находилась в зоне измерений. Необходимо следить за тем, чтобы ось щупа была параллельна основанию и не касалась при перемещениях корпуса прибора.

Перед началом измерений необходимо определиться с базовой длиной (отсечкой шага) L , количеством базовых длин и диапазоном измерений по параметру R_a (табл.).

Таблица

Базовая длина L , мм	Шероховатость R_a , мкм	Число базовых длин N
0,8	0,5-3,2	3-10
2,5	3,2-12,5	3-10
8,0	12,5-50	3-10
25	50-100	3

В профилометре ПМД2-100 выбирается базовая длина L , а соответствующий диапазон устанавливается автоматически. Однако при необходимости для выбранной базовой длины можно установить другой диапазон по параметру R_a и соответственно R_m и R_z . Установка числа базовых длин N производится аналогичным способом, как для базовой длины L .

Если значение параметров шероховатости выйдет за пределы выбранного диапазона, то после того как щуп вернется в исходное положение, на дисплей выведется сообщение «ПЕРЕГРУЗКА». Для выведения результатов измерения на дисплей необходимо нажать кнопку «ПУСК». Результаты измерений могут содержать существенные погрешности, поэтому следует перейти в старший диапазон.

Для измерения параметра R_{max} , необходимо установить прибор на контролируемую поверхность так, чтобы измерительная игла касалась дна наибольшей впадины. Цифровое значение положения иглы за вычетом начального смещения соответствует расстоянию от высшей до низшей i -той неровности (H_{maxi}). Для измерения выбираются наиболее крупные неровности. Количество измерений должно быть не менее пяти. Для возврата щупа в транспортное положение необходимо выбрать базовую длину 8,00 мм, число базовых длин 10 и произвести пуск. Когда щуп переместится до конца трассы и остановится сразу нажать кнопку «ПУСК». При этом щуп зафиксируется в максимально задвинутом транспортном положении.

К недостаткам метода измерения с помощью профилометра ПМД2-100 следует отнести чувствительность прибора к вибрациям, необходимость точного горизонтального расположения, малая площадь измеряемой поверхности, необходимость изменения диапазона измерений для поверхностей, обработанных разными способами. Также необходимо отметить, что достоинством применения данного профилометра является

то, что прибор имеет оптимальный диапазон измерений для поверхности обработанной древесины от 0,5 до 800 мкм, компактность и небольшая масса прибора позволяют производить измерения простым накладыванием на измеряемую поверхность изделия без нанесения ущерба поверхности изделия, измерение занимает короткое время (примерно 2 минуты), малую погрешность измерений (1-20%), так погрешность измерений не превышает 12% для параметра R_{nmax} .

При помощи профилометра ПМД2-100 планируется провести экспериментальные исследования для определения влияния параметра «шероховатость поверхности» на надежность технологической системы деревообработки.

Библиографический список

1. 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.

2. 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.

3. ГОСТ 15612-78 Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности [Текст]. Введ. 1978. М.: ИПК Издательство стандартов, 13 с.

4. Вороницин В.К. Исследование и разработка ультразвукового метода контроля шероховатости поверхности изделий из древесины и древесных материалов [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05: утв. 04.04.73 / Вороницин Владимир Константинович. М., 1972. 176 с. Библиогр.: с. 127-134.

5. Рогожникова И.Т. Критерии, методы и средства определения надежности технологических систем деревообработки по показателю качества «шероховатость поверхности»/ И.Т. Рогожникова //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.94-99.

6. Профилометр «ПМД2-100». Руководство по эксплуатации. МА5464-4007РЭ, Пенза, ООО «Микроавтоматика», 2007. 12 с.

Савина В.В., Пыльцова А.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА РАСХОД КЛЕЯ

THE RESEARCH OF WOOD CONSOLIDATION DEGREE INFLUENCE ON THE GLUE EXPENSE

Древесина является одним из основных видов строительных материалов. Этому способствуют ее широкое распространение, легкость добычи и обработки, а также высокие показатели прочности при малом объемном весе. Ламинированные предметы, соединённые при помощи клея были обнаружены в гробницах ранних Египетских фараонов. Сегодня склеивание древесины – неотъемлемая часть производства строительных элементов. Эти конструкции благодаря малой объёмной массе, большой прочности и стойкости при эксплуатации в различных условиях, в том числе и в агрессивных средах, возможности использования любых размеров и форм с каждым годом используются всё шире.

Соединение древесных материалов на клею – основной вид соединений в деревообрабатывающей промышленности, который позволяет получить заготовки больших размеров из брусков массивной древесины.

Склеивание древесины клеем происходит в результате протекания ряда физико-химических процессов, благодаря которым становится возможным соединение отдельных древесных слоев в материал, обладающий новыми свойствами. При этом, основными являются процессы смачивания и проникновения клея в древесину, отверждения клея и ряда других. В связи с этим, свойства клееных материалов, в первую очередь, будут зависеть от физико-химических показателей поверхностей древесины. При склеивании необходимо принимать во внимание прочность соединяемых тел и связующего материала, т.е. учитывать когезию наравне с адгезией.

Глубина и скорость проникновения клея в древесину зависит от природы клея, породы и влажности древесины, давления склеивания и др.

Улучшение физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств древесины возможно путем уплотнения. Уплотнение древесины является безотходной технологией. Исследованиями в области уплотнения древесины различных пород занимались многие ученые: П.Н. Хухрянский, М.С. Мовнин, Н.А. Модин, Н.В. Ващев и другие. Эти исследования позволили установить связь между плотностью и прочностью древесины, условия и режимы прессования, обеспечивающие требуемую степень уплотнения. Наиболее перспективным способом уплотнения древесины применительно к изготовлению строительных деталей является одноосное прессование. Для этого процесса используется стандартное прессовое оборудование и несложные многопозиционные пресс-формы. Недостатком одноосного прессования на стандартном оборудовании является относительно малая длина получаемых изделий, которая ограничивается габаритами плит пресса.

Сущность одноосного прессования состоит в том, что давление на уплотняемую заготовку прикладывается с одной стороны перпендикулярно поверхности поперек во-

локон древесины. Этот способ называют еще односторонним или поперечным уплотнением. Одноосное прессование можно проводить различными методами.

Для проведения исследований был выбран метод прокатки древесины.

Метод прокатки является более прогрессивным с точки зрения высокой механизации и автоматизации процессов прессования. Сущность этого метода состоит в том, что заготовки последовательно проходят через несколько пар цилиндрических роликов (вальцов) с постепенным нарастанием степени уплотнения. Уплотнение древесины методом прокатки позволяет перейти от периодического прессования к непрерывному, что значительно увеличивает производительность оборудования и сокращает трудозатраты.

При массовом производстве уплотненной древесины деформации уплотнения можно с достаточной точностью определить по изменению размеров толщины заготовок в процессе уплотнения.

При проведении экспериментальных исследований использована неуплотненная и уплотненная древесина осины. Размеры образцов: 20x20x300мм. Заготовку уплотняли методом прокатки между вальцами без нагрева с разной степенью уплотнения: 10,20,30%.

Расход клея при склеивании цельной древесины осины довольно значительный. Увеличение расхода происходит из-за плохого смачивания древесины осины клеями. Эксперименты показывают, что прочность клеевого соединения значительно увеличивается с уменьшением толщины клеевого слоя. Но слишком малый расход клея ведет к непроклею, а слишком большой вызывает образование толстых клеевых слоев. Целесообразен такой расход клея, который дает равномерный клеевой слой минимальной толщины. С учетом того, что древесина осины уплотнена необходимо установить возможность сокращения расхода клея. Для склеивания древесины наибольший интерес представляет дисперсия ПВА. Клеи готовят на основе дисперсий полимеров винилацетата или его производных и каучуков. В результате механической обработки древесины повышается ее поверхностное натяжение, следовательно, она должна лучше смачиваться поливинилацетатными клеями, чем неуплотненная древесина. Необходимо учитывать, что у уплотненной древесины намного меньше поверхностная пористость, чем у натуральной, вследствие практически полного смыкания клеток древесины. При последующем склеивании это препятствует проникновению клея в древесину. В результате ухудшается механическое сцепление адгезива и субстрата. Поэтому необходимо исследование влияния степени уплотнения на прочность склеивания.

В результате проведенных исследований были построены графики зависимости прочности осины при скалывании по клеевому слою от расхода клея и степени уплотнения в радиальном и тангенциальном направлении волокон.

Из графика зависимости в радиальном направлении волокон (рис. 1) видно, что максимальная прочность осины при скалывании наблюдается при уплотнении заготовок на 20%. Минимальная на 10%.

Из графика зависимости в тангенциальном направлении волокон (рис. 2) видно, что оптимальным является расход клея 200 г/м² при степени уплотнения 20%.

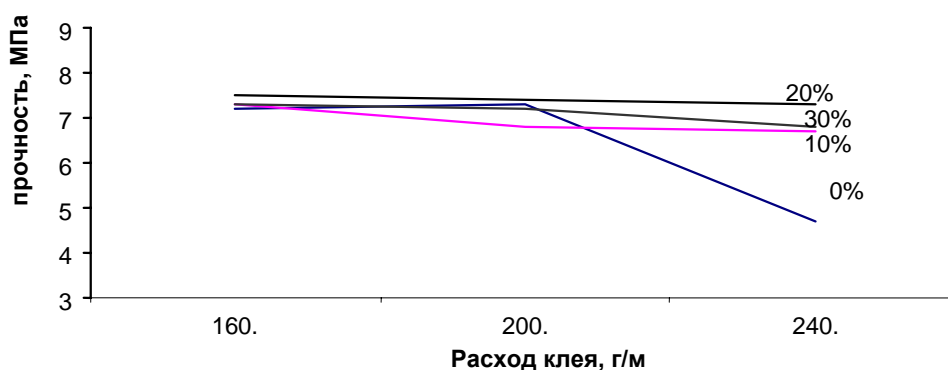


Рисунок 1 – Зависимость прочности при скалывании по клеевому слою от расхода клея и степени уплотнения (радиальное направление волокон, давление 1 МПа)

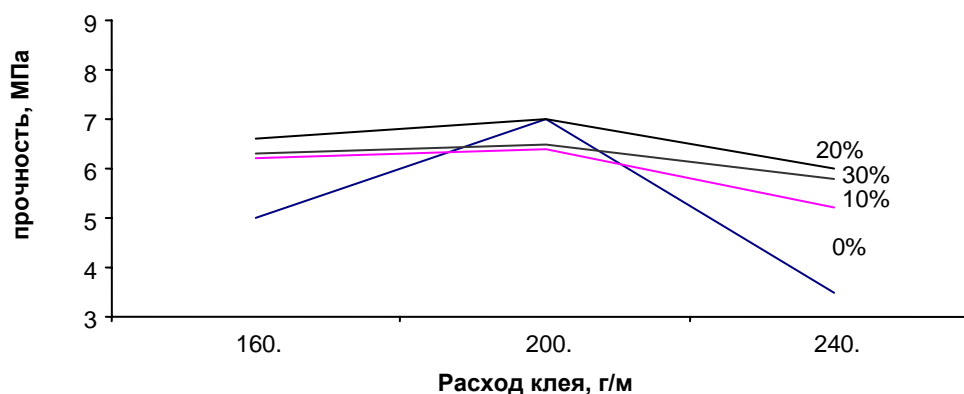


Рисунок 2 – Зависимость прочности при скалывании по клеевому слою от расхода клея и степени уплотнения (тангенциальное направление волокон, давление 1 МПа)

Следует отметить, что у большинства образцов тип разрушения клевого слоя является смешанным. Поэтому полученные значения являются достаточно условными и заниженными по сравнению с истинной прочностью клевого слоя.

По степени уплотнения самые низкие показатели для древесины с уплотнением 10%, а самые высокие при степени уплотнения 20%. Как уже отмечалось выше, при степени уплотнения древесины 30% стенки клеток сомкнуты максимально, что препятствует проникновению связующего.

При уплотнении древесины полости клеток смыкаются. Но в силу высокой пористости осины и сравнительно небольшого уплотнения в поверхностных слоях делянок остаются незаполненные пустоты, которые при склеивании занимает клей, создавая механическое сцепление с древесиной.

Сомкнутые поры не дают клею проникать глубоко в древесину как в случае с неуплотненными делянками. Таким образом, уплотнение препятствует клею глубоко проникать во внутренние слои древесины делянок и нарушать монолитность клевого слоя.

В результате совокупного действия уплотнения и особенностей строения осины в наружных слоях уплотненной древесины создается клеевой слой, обеспечивающий достаточно хорошее качество склеивания.

При увеличении степени уплотнения глубина проникновения связующего в древесину уменьшается, так как стенки клеток сплющиваются, размер пустот сокращается, что препятствует проникновению клея.

Применение в промышленности разработанного материала с использованием древесины осины позволит:

1. Увеличить сырьевую базу лесопромышленного производства и эффективность лесозаготовок путем применения маловостребованной более дешевой древесины осины.

2. Уменьшить себестоимость процесса склеивания древесины осины и сосны путем снижения расхода клея.

Из результатов экспериментов видно, что в данном случае уплотнение оказывает положительное действие на качество склеивания. При рассмотрении выше изложенного можно сделать следующие выводы, что наилучшие прочностные показатели древесины будут при степени уплотнения 20 %.

Библиографический список

1. Бердинских И.П. Склеивание древесины. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре УССР, Киев, 1959. – 306
2. Ващев Н.В. Совершенствование технологии уплотнения древесины с целью повышения ее физико – механических свойств // Модифицированная древесина и древесные пластики. Л.: ЛТА, 1974 – с. 42-44.
3. Ковальчук Л.М. Технология склеивания. М.: Лесная промышленность, 1973. – 208с.
4. Хухрянский П.Н. Прессование древесины. Л.: Лесная промышленность, 1964. – 351с.

Синегубова Е.С. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

Григоров И.Г. (ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург, РФ)

grigorov@ihim.uran.ru

ОЦЕНКА РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СКАНИРУЮЩЕГО ЗОНДОВОГО МИКРОСКОПА CMM2000A

ESTIMATION OF THE SCANNING PROBE MICROSCOPY CMM2000A INSTRUMENTAL RESOLUTION

Для определения с высокой точностью шероховатости поверхности непроводящих материалов, например, выпускаемых деревообрабатывающей промышленностью, широкое применение получил метод атомно-силовой микроскопии [1].

Разрешающая способность микроскопа определяется максимальной пространственной способностью регистрировать отдельно объекты, т. е. минимально возможным для наблюдения расстоянием между объектами, или максимальным увеличением, превышение которого не дает дополнительной информации об объекте. Для сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) дополнительным параметром разрешающей способности является максимальная чувствительность к изменению высоты рельефа поверхности.

Аттестацию микроскопов обычно осуществляют с использованием специальных калибровочных приборов. Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума разрабатывает и изготавливает средства измерений для калибровки и поверки средств измерений малой длины, которые можно использовать в качестве стандартных объектов для оценки точности воспроизведения изображения с помощью растровой электронной и сканирующей зондовой микроскопии. Например, мера периодическая специальная МПД-1,0 КС позволяет калибровать и делать поверку средств измерений малой длины в горизонтальном диапазоне $0.2 \div 6.0$ мкм и высоту профиля ≈ 158 нм, а стандарт GWPS-2.0Si позволяет определять эти параметры соответственно с точностью $30 \div 1500$ нм и $100 \div 1500$ нм.

Следует отметить, что приведенные выше калибровочные объекты не позволяют производить калибровку СЗМ в нано- и ангстремном диапазоне при работе в естественных условиях. Поэтому, для оценки качества полученного изображения в данных диапазонах нами, обычно, используются хорошо изученные поверхности объектов с большой вероятностью повторяемости изображения при их сканировании (например, рис. 1).

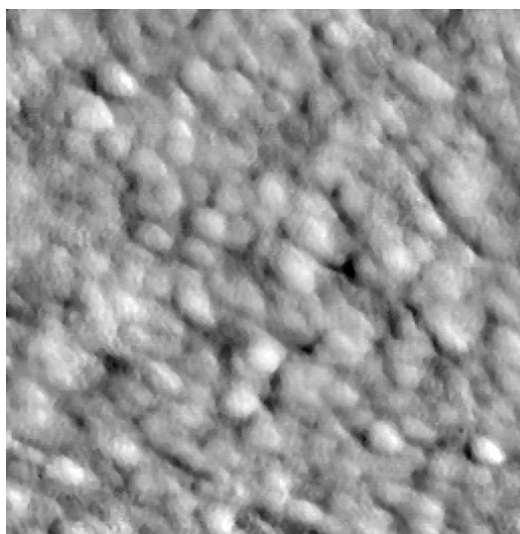
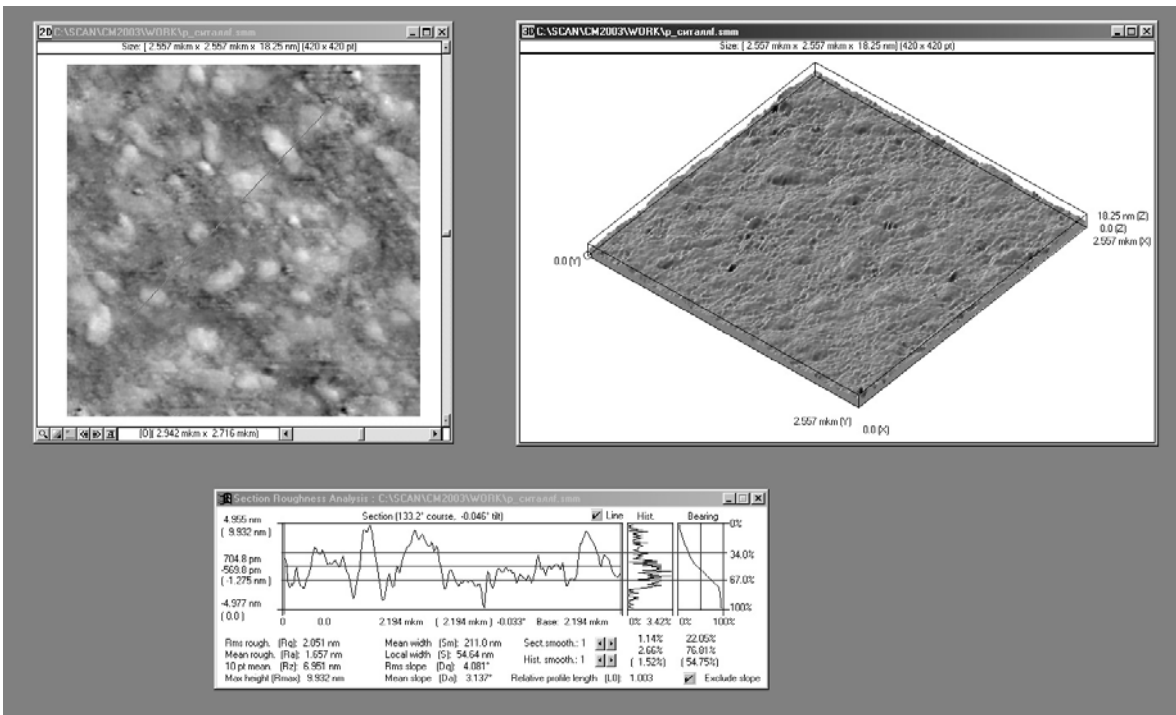
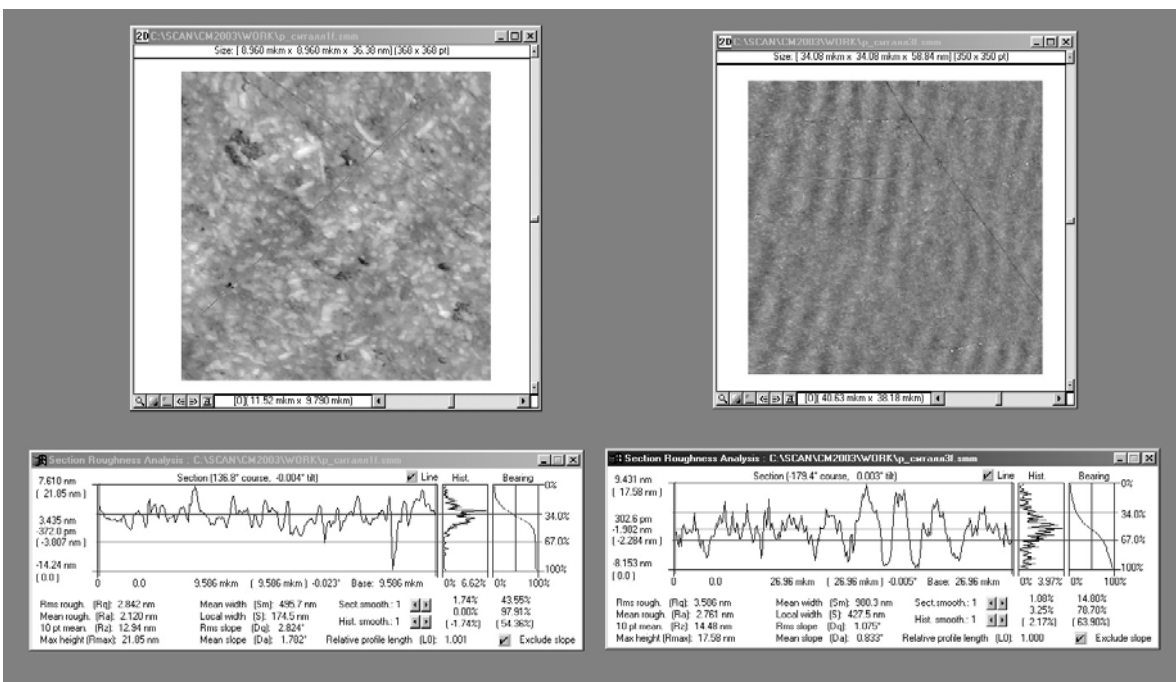


Рисунок 1 – Изображение поверхности стекла, полученное после сканирования СММ2000А (1.6 мкм x 1.6 мкм x 10.2 нм)

В данной работе методами СЗМ проведены сравнительные исследования состояния поверхности подложек из ситалла и Al_2O_3 (сапфир). При этом использовался сканирующий мультимикроскоп СММ-2000АТ (фирма «Протон-МИЭТ»), работающий в режиме атомно-силового микроскопа (АСМ) с контактной модой [2].

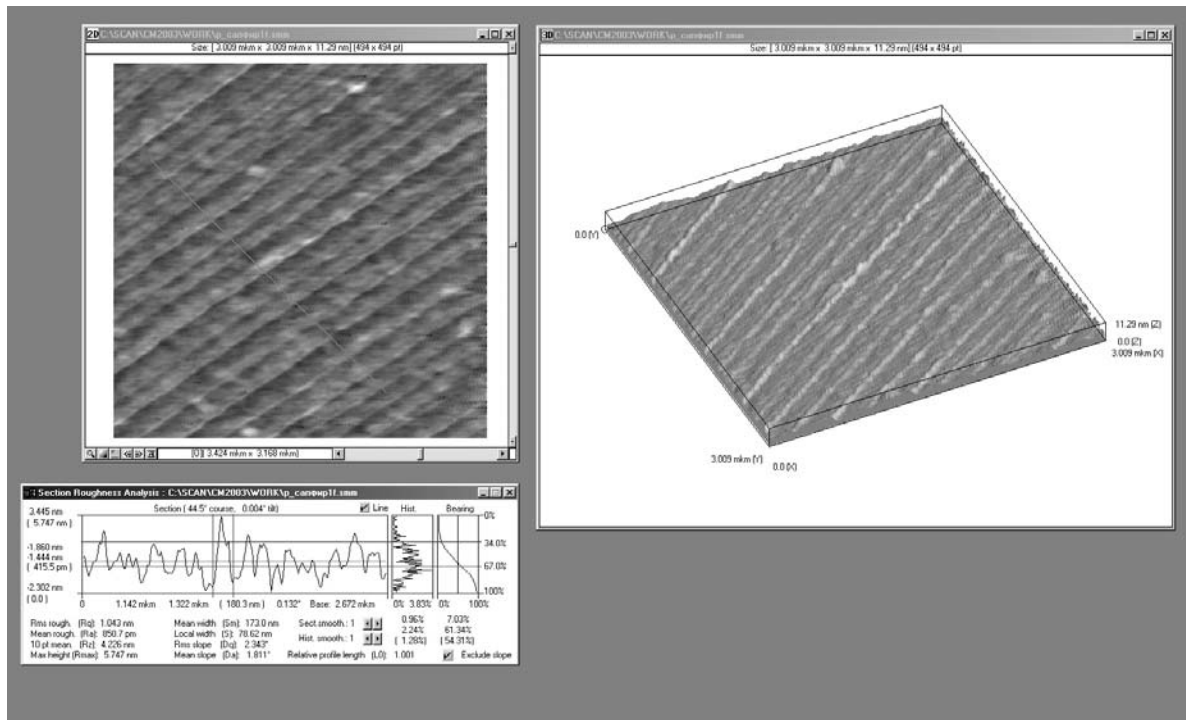


а)

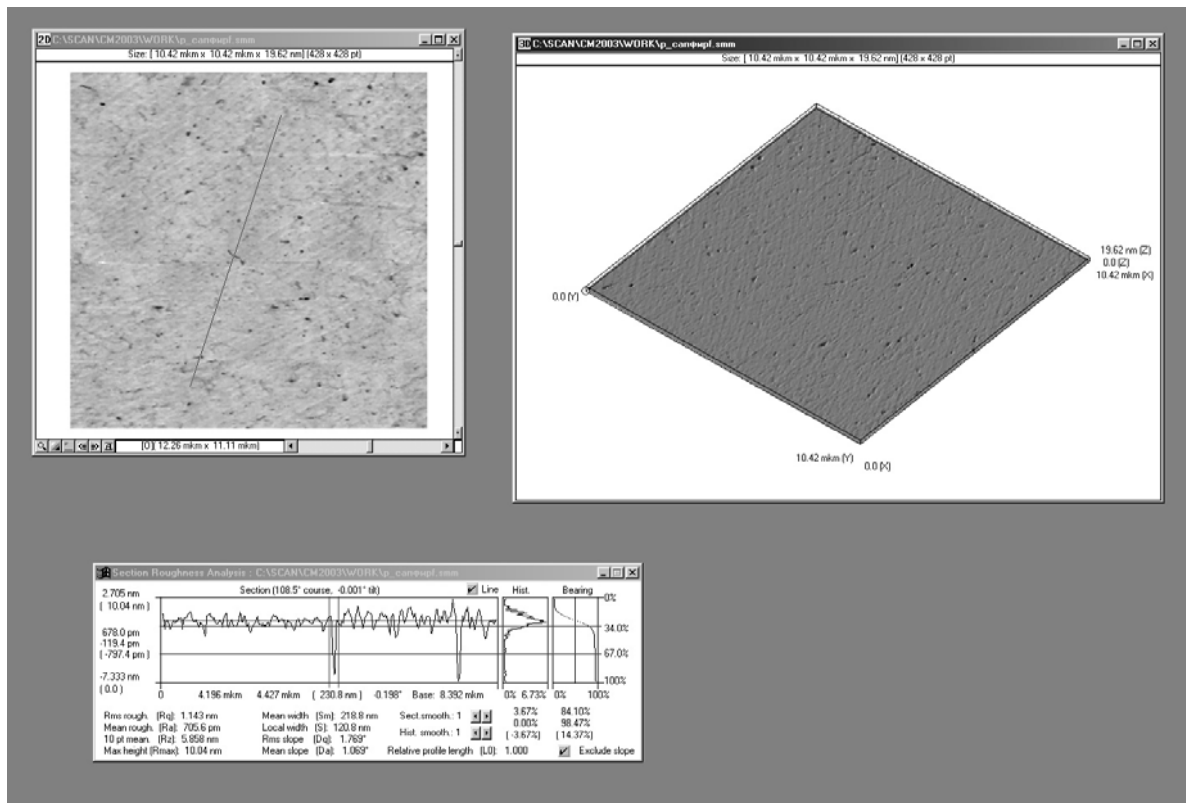


б)

Рисунок 2 – Поверхность ситалла: 2.6 мкм x 2.6 мкм а), 10 мкм x 10 мкм и 34 мкм x 34 мкм б).



а)



б)

Рисунок 3 – Поверхность сапфира 3 мкм x 3 мкм а) и 10 мкм x 10 мкм б).

На изображении поверхности ситалла при поле сканирования АСМ 2.6 мкм x 2.6 мкм с числом точек 420 x 420 (рис. 2а) разрешение точки равно приблизительно 6 нм. При этом, хорошо различимы детали размерами до 20 нм, среднеквадратичная шероховатость (R_q) выбранного профиля поверхности равна ≈ 2 нм, максимальный перепад высоты профиля $R_{max} \approx 10$ нм. При поле сканирования 10 мкм x 10 мкм с числом точек 368 x 368 (рис. 2б), т. е. разрешение точки уменьшено приблизительно в 4.5 раза (~ 27 нм), детали размером около 40 нм хорошо различимы, $R_q \approx 2.8$ нм и $R_{max} \approx 21.9$ нм. При поле сканирования 34 мкм x 34 мкм с числом точек 350x350 (рис. 2в) разрешение точки ≈ 97 нм виден общий характер поверхности с чередующимися гребнями и впадинами в виде волн, а также хорошо видна царапина, $R_q \approx 3.6$ нм и $R_{max} \approx 17.6$ нм.

Изображение поверхности сапфира размером 3 мкм x 3 мкм с точностью 494 x 494 точек (разрешение точки ≈ 6 нм) выглядит в виде дискретной упорядоченной структуры (рис. 3а) с параметрами: $R_q \approx 1$ нм, $R_{max} \approx 3.5$ нм, период упорядоченной структуры ≈ 400 нм. При поле сканирования 10 мкм x 10 мкм (428 x 428 точек, разрешение точки ≈ 23 нм) на поверхности сапфира хорошо видны поры шириной около 230 нм (рис. 3б). Параметры поверхности $R_q \approx 1$ нм и $R_{max} \approx 10$ нм, при чем, увеличение R_{max} обусловлено за счет добавления размера глубины пор равного ≈ 7 нм.

По результатам исследования поверхностей подложек из ситалла и сапфира с величиной среднеквадратичной шероховатости в пределах $1 \div 2$ нм можно сделать вывод, что СММ-2000А при работе в естественных атмосферных условиях позволяет получить изображения рельефа поверхности при поле сканирования 2.0 мкм x 2.0 мкм и числе точек отсчета 400 x 400, на которых хорошо видны детали размером до 10 нм, при этом точность измерения среднеквадратичной шероховатости равнялась 0.1 нм. Попытки получить с помощью данного микроскопе изображение исследуемой поверхности с большим разрешением путем уменьшения размера поля сканирования до 200 нм x 200 нм и увеличения числа точек отсчета до 500 x 500, не привели к существенному увеличению разрешающей способности, т. е. выявлению новых деталей на изображении, а наоборот ухудшили изображение за счет увеличения влияния шумовых помех.

Библиографический список

1. Синегубова Е.С., Григоров И.Г. Физические методы исследования структуры дисперсных и композиционных материалов на основе полимеров. // Труды I Международного евроазиатского симпозиума, УГЛТУ, 2006. Екатеринбург, 2006. – С. 114-115.
2. Синегубова Е.С., Григоров И.Г. Исследование поверхности древесных материалов покрытых лаком, с помощью атомно-силовой микроскопии. // Труды II Международного евроазиатского симпозиума, УГЛТУ, 2007. Екатеринбург, 2007. – С. 48-51.

Уласовец В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vadul@mail.ru

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ (ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ) НА ПРОИЗВОДСТВО ЯЩИЧНОЙ ТАРЫ

SUBSTANTIVE PROVISIONS OF RATIONING OF THE EXPENSE OF WOOD RAW MATERIALS (FOREST PRODUCTS) ON MANUFACTURE OF BOX CONTAINER

Общие положения

Нормированию расхода подлежат все виды сырья и материалов.

Нормирование расхода сырья и материалов – это определение меры их производственного потребления в условиях эффективного использования ресурсов. Оно включает подготовку организационно-методического обеспечения, разработку норм расхода сырья и материалов на производство единицы продукции по установленной номенклатуре.

Задачей нормирования является обеспечение применения в производстве технически обоснованных и экономически целесообразных норм расхода сырья и материалов в целях их рационального распределения, наиболее эффективного использования и осуществления режима ресурсосбережения.

Нормой расхода – это максимально допустимое количество сырья для производства единицы продукции (ящика) установленного качества с учетом планируемых организационно-технических условий производства.

Увеличение норм расхода (против действовавших ранее) возможно при ухудшении качества исходного сырья, а также при внесении существенных изменений в технологию производства или конструкцию продукции, с целью повышения ее качества, эксплуатационной надежности и долговечности.

К основным принципам нормирования относят: прогрессивность, которая выражается устойчивой тенденцией снижения затрат материальных ресурсов на производство единицы продукции; научно-техническую обоснованность, обеспечивающую учет в нормах достижений науки и техники; динамичность, предполагающую регулярный пересмотр норм по мере изменения организации, технологии и технического уровня производства.

Нормативы – поэлементные составляющие норм, характеризующие:

- удельный расход сырья на единицу площади, объема или длины при выполнении технологических процессов и операций;
- плановые размеры технологических отходов и потерь сырья по видам технологических процессов и операций.

Нормативы расхода и нормативы отходов и потерь сырья в производстве по видам технологических процессов и операций могут быть межведомственными, ведомственными и заводскими. Измеряют нормативы в натуральных единицах или в процентах к норме расхода.

Заводские нормативы разрабатывают при крупносерийном и массовом выпуске продукции для конкретных производств применительно к установленной технологии.

Технологическими отходами при производстве конкретной продукции называются остатки исходного сырья, которые не могут быть использованы при изготовлении данной продукции. Технологические отходы могут быть используемыми и неиспользуемыми.

Технологические отходы считают используемыми, если они могут быть применены в качестве исходного сырья в собственном производстве (для изготовления другой продукции), реализованы на сторону промышленным предприятиям или в торговую сеть. Такие отходы называют деловыми или возвратными.

Технологические отходы считают неиспользуемыми, если они не пригодны для применения в качестве исходного сырья при изготовлении продукции, но используемые как вторичное сырье в собственном производстве или реализуемые организациям по заготовке вторсырья.

Учет образования и применения используемых технологических отходов должен быть организован на каждом предприятии.

Технологические потери – это количество исходного сырья, которое безвозвратно теряется в процессе изготовления продукции.

Нормы расхода лесоматериалов на производство деревянной тары классифицируют по объекту нормирования, степени укрупнения объектов нормирования, степени укрупнения номенклатуры сырья, периоду действия.

Объект нормирования – вид продукции, на производство которой рассчитывается норма расхода материальных ресурсов (например, пиловочник или пиломатериалы хвойных или мягких лиственных пород).

По степени укрупнения объектов нормирования нормы расхода сырья подразделяют на индивидуальные и групповые.

Индивидуальная норма является основой нормативной базы планирования расхода материальных ресурсов. Она определяет плановый расход сырья на производство одной детали, сборочной единицы, конечного изделия (ящика) или одной технологической операции. Основой для разработки индивидуальных норм расхода служат конструкторско-технологическая и нормативная документация. Индивидуальные нормы расхода подразделяют на пооперационные, поддетальные, поиздельные (на конечное изделие).

Пооперационная норма расхода – это плановое количество сырья, в том числе и вторичного, устанавливаемое на заданную технологическую операцию. Она является основным информационным источником исходной базы нормирования для определения количественных значений индивидуальных норм расхода сырья на производство детали или готового изделия.

Поддетальная норма расхода – плановое количество материалов на производство одной конкретной детали, входящей в состав сборочной единицы или конечного изделия. Поддетальная норма расхода находит применение в расчетах потребности в материалах цехов и участков, а также для расчетов поузловых, поиздельных и сводных норм расхода.

Поиздельная норма расхода – плановое количество сырья на производство конечного изделия в комплекте. Она определяется *арифметическим сложением* вели-

чин подетальных норм расхода. Применяется поиздельная норма для расчетов потребности в материалах, а также для расчетов групповых и сводных норм расхода.

Групповая норма определяет плановый расход сырья на производство укрупненной единицы одноименных видов однотипной продукции в натуральном или стоимостном выражении по предприятиям (объединениям).

Главными информационными источниками для расчета групповых норм расхода являются индивидуальные нормы расхода и плановые объемы производства продукции по детализированной номенклатуре. Конкретные количественные значения величин групповых норм расхода определяют по правилам нахождения *средневзвешенной арифметической*.

Групповые нормы расхода применяют в планировании материально-технического снабжения и при оценке эффективности использования сырья.

При определении количественных значений индивидуальных и групповых норм расхода сырья и показателей их снижения учитывают снижение их расхода за счет использования вторичного сырья.

По степени укрупнения номенклатуры сырья нормы расхода подразделяют на специфицированные и сводные.

Специфицированными называют нормы расхода конкретных видов материальных ресурсов в разрезе специализированной (детализированной) номенклатуры сырья и материалов. Разрабатывают их, как правило, индивидуальными на единицу продукции.

В течение года в специфицированных нормах расхода оперативно отражаются текущие изменения конструкции изделия и технологии производства, которые учитывают при обеспечении текущей потребности цехов и участков в сырье и материалах, контроле за их расходом. По истечении года эти изменения суммируют и учитывают в нормах на производство единицы продукции при их пересмотре на плановый год.

Сводные нормы расхода – плановый расход сырья по укрупненной (групповой) номенклатуре сырья на производство конечного изделия. Эти нормы расхода формируют на основе подетально-специфицированных норм расхода. Основное назначение сводных норм – определение годовой потребности в материальных ресурсах, расчет групповых норм расхода и их снижения.

По периоду действия нормы расхода подразделяют на **текущие** и **перспективные**. Текущие нормы расхода определяют среднегодовую плановую величину расхода сырья и используются в годовом планировании. Перспективные – устанавливают на несколько лет вперед по ограниченной номенклатуре основных видов сырья.

Состав норм расхода – это перечень составляющих элементов, учитываемых в нормах расхода материальных ресурсов. В типовой состав индивидуальной нормы расхода сырья и материалов включают: полезный (теоретический, чистый) расход; трудноустраняемые технологические отходы; трудноустраняемые технологические потери.

Полезный (теоретический, чистый) *расход* – основной элемент состава норм расхода, характеризующий величину овеществляемого сырья в единице продукции, или теоретически необходимое количество сырья для выполнения конкретного технологического процесса.

Трудноустраняемые технологические отходы и потери – это отходы и потери, обусловленные уровнем технологического оборудования и качественными характеристиками материальных ресурсов (например, усушка).

В состав норм расхода не включают технологические отходы и потери, возникающие из-за нарушения технологической дисциплины, требований стандартов, а также в связи с: неисправностью оборудования и несоблюдением технологии производства; неоптимальным раскроем материалов; применением неэкономичных сырья и материалов (т. е. таких материалов и сырья, замена которых увеличивает потребление против расхода сырья и материалов, предусмотренных технической документацией); использованием некачественных сырья и материалов (т. е. не удовлетворяющим требованиям технической документации); браком в работе.

Размерность норм расхода – это единица измерения норм расхода материальных ресурсов. Записывается дробью: в числителе – единица измерения расхода сырья, а в знаменателе – единица измерения объема производства продукции, например: $\text{м}^3/\text{м}^3$; $\text{м}^3/\text{ящик}$; $\text{м}^2/\text{ящик}$ (для фанеры и ДВП).

Основными методами разработки норм расхода сырья и составляющих их нормативов в производстве тары являются расчетно-аналитический, опытный, отчетно-статистический и комбинированный.

Расчетно-аналитический метод основан на выполнении поэлементных расчетов по данным проектно-конструкторской, технологической и другой документации. Этот метод является наиболее научно обоснованным, так как сочетает технико-экономические расчеты с анализом технологии и условий организации производства, технического уровня и качества продукции и мероприятий по их совершенствованию. Его применение наиболее целесообразно в нормировании основных материалов.

Величина полезного расхода устанавливается специальным расчетом по данным рабочих чертежей, конструкторских спецификаций.

Величина трудноустраняемых технологических отходов и потерь определяется на основе карт технологических процессов и карт раскроя.

Опытный метод – способ разработки индивидуальных норм расхода сырья, основанный на выполнении замеров их расхода и объемов произведенной продукции в опытно-производственных или опытно-лабораторных условиях и обработки полученных данных по определенной методике.

При использовании этого метода следует стремиться к определению количественных значений отдельно по каждому составляющему элементу нормы расхода. Нормирование в опытно-производственных условиях реализуют непосредственно в цехах на технически исправном и отлаженном оборудовании и в технологических режимах, установленных регламентами и инструкциями.

Величины нормируемых технологических отходов и потерь сырья определяют только в условиях производственных опытов.

Наиболее прогрессивным считается сочетание расчетно-аналитического и опытного методов (т. е. **комбинированный метод**), когда величину полезного расхода определяют расчетно-аналитическим, а величину технологических отходов и потерь – опытным способом.

При любом методе нормирования в нормах расхода должен быть учтен эффект от внедрения организационно-технических мероприятий по экономии материальных

ресурсов за счет совершенствования качества продукции и исходного сырья, технологии и организации производства.

При производстве деревянной тары применяют следующие основные показатели использования сырья: **коэффициент использования, расходный коэффициент, коэффициент раскроя**. При этом различают расчетные (плановые) и фактические показатели использования сырья.

Коэффициент использования определяется отношением полезного (чистого) расхода сырья к норме расхода и характеризует степень его использования в производстве продукции. Величина полезного расхода материалов может быть при этом увеличена на объем количества используемых и реализуемых деловых отходов. Коэффициент использования является относительным показателем равным или меньшим единицы на величину учтенных в норме расхода трудноустраняемых технологических потерь и отходов.

Расходный коэффициент – это **норматив расхода** – показатель, обратный коэффициенту использования сырья и определяется отношением нормы расхода сырья, установленной на производство единицы продукции, к полезному (чистому, теоретическому) его расходу. Определяет относительную величину нормируемых потерь и отходов в долях единицы или процентах к полезному расходу.

Коэффициент раскроя характеризует степень полезного использования листовых (фанеры, ДВП), полосовых и рулонных материалов при их раскрое. Определяют отношением массы (объема, площади, длины) всех полученных заготовок к массе (объему, площади, длине) исходного материала.

Показатели использования сырья служат для оценки уровня прогрессивности технологии производства и проектно-конструкторских решений. Их используют также для анализа прогрессивности установленных норм расхода материальных ресурсов на производство продукции.

Уласовец В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vadul@mail.ru

РАСХОД КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ПРОИЗВОДСТВО ТАРЫ

THE EXPENSE OF ROUND FOREST PRODUCTS ON CONTAINER MANUFACTURE

Для производства комплектов деталей ящичков используют круглые лесоматериалы 2 и 3 сорта мягких (включая березу) лиственных пород по ГОСТ 9462-88 "Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия" и хвойных пород по ГОСТ 9463-88 "Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия".

По качеству древесина в деталях ящичных комплектов должна соответствовать требованиям ГОСТ 2991-85 "Ящички дощатые неразборные для грузов массой до 500 кг. Общие технические условия".

По характеру обработки различают детали с параметром шероховатости поверхности не более $R_{m_{max}} = 1250$ мкм и не более $R_{m_{max}} = 320$ мкм согласно ГОСТ 7016-82 "Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности". Припуски на фрезерование деталей устанавливают в соответствии с ГОСТ 7307-75 "Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку".

Расчет норм расхода круглых лесоматериалов на производство ящичной тары с параметром шероховатости поверхности деталей не более $R_{m_{max}} = 1250$ мкм

Для выполнения расчетов по определению норм расхода круглых лесоматериалов на производство ящичной тары необходимо располагать данными по породному, размерному и качественному составу используемого для этого сырья (формы 1, 2). Такие данные устанавливают на основании спецификации уже имеющегося сырья или сменных рапортов текущей приемки. При отсутствии таковых используют материалы по размерной и качественной характеристике пиловочного сырья переработанного в предшествующем году.

Расчеты по определению норм расхода круглых лесоматериалов на изготовление деревянной тары ведут по укрупненной номенклатуре сырья.

Форма 1

Распределение круглых лесоматериалов
лиственных (по ГОСТ 9462-88) пород по диаметрам и сортам, %

Группа лесоматериалов	Толщина (диаметры в вершине), см	Сорт		Всего, %
		2 ($g = 1$)	3 ($g = 2$)	
Мелкие ($j = 1$)	от 12 до 13 (включительно)	$P_{1,1,1}$	$P_{1,2,1}$	
Средние ($j = 2$)	свыше 14 до 24 (включительно)	$P_{1,1,2}$	$P_{1,2,2}$	
Крупные ($j = 3$)	от 26 и более	$P_{1,1,3}$	$P_{1,2,3}$	
Итого		$\sum_{j=1}^3 P_{1,1,j}$	$\sum_{j=1}^3 P_{1,2,j}$	$\sum_{g=1}^2 P_{1,g} = 100,0$

Форма 2

Распределение круглых лесоматериалов
хвойных (по ГОСТ 9463-88) пород по диаметрам и сортам, %

Группа лесоматериалов	Толщина (диаметры в вершине), см	Сорт		Всего, %
		2 ($g = 1$)	3 ($g = 2$)	
Мелкие ($j = 1$)	13	$P_{2,1,1}$	$P_{2,2,1}$	
Средние ($j = 2$)	свыше 14 до 24 (включительно)	$P_{2,1,2}$	$P_{2,2,2}$	
Крупные ($j = 3$)	от 26 и более	$P_{2,1,3}$	$P_{2,2,3}$	
Итого		$\sum_{j=1}^3 P_{2,1,j}$	$\sum_{j=1}^3 P_{2,2,j}$	$\sum_{g=1}^2 P_{2,g} = 100,0$

Для удобства расчетов примем следующие условные обозначения:

$g_{k,t}$ - объем деталей t -ой толщины, k -го ящика, m^3 ;

$t = 1 \dots n$ - количество толщин деталей в k -ом ящике;

$Q_k = \sum_{t=1}^n g_{k,t}$ - объем (в чистоте) деталей всех толщин в k -ом ящике, m^3 ;

$N_{i,g,j,t}$ - нормативы расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта, j -ой группы диаметров на производство деталей t -ой толщины (m^3/m^3). Нормативы получены опытным путем и представлены в табл. 1- 4;

$P_{i,g,j}$ - удельный вес круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта, j -ой группы диаметров в объеме бревен данной породы, используемых для производства тары, в %. Значение конкретной величины берут из формы 1 или 2 по соответствующей породе древесины;

$\sum_{j=1}^3 P_{i,g,j}$ - удельный вес круглых лесоматериалов g -го сорта, в общем объеме бревен i -ой породы, используемых для производства тары, %; (форма, 1 или 2);

$\sum_{g=1}^2 P_{i,g}$ - объем используемого сырья (круглых лесоматериалов) i -ой породы, %;

$k = 1 \dots A$ - количество видов (ассортимент) изготавливаемых ящиков;

P_k - удельный вес k -ых комплектов ящиков в общем объеме изготавливаемой тары, %.

Расход круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта, j -ой группы диаметров на производство деталей t -ой толщины k -го ящика, т.е. $D_{i,k,g,j,t}$ (m^3 /детали t -ой толщины ящика), вычисляют по формуле

$$D_{i,k,g,j,t} = g_{k,t} N_{i,g,j,t}. \quad (1)$$

Индивидуальную норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта, j -ой группы диаметров на изготовление комплекта деталей для k -го ящика, т.е. $H_{i,k,g,j}$ (m^3/k -ый ящик), вычисляют по следующей формуле:

$$H_{i,k,g,j} = \sum_{t=1}^n D_{i,k,g,j,t}. \quad (2)$$

Индивидуальную специфицированную норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта (обезличенную по группам диаметров бревен) на изготовление комплекта деталей для k -го ящика, т.е. $H_{i,k,g}$ (m^3/k -ый ящик), вычисляют как средне-взвешенную гармоническую величину по формуле

$$H_{i,k,g} = \frac{\sum_{j=1}^3 P_{i,g,j}}{\sum_{j=1}^3 \frac{P_{i,g,j}}{H_{i,k,g,j}}}. \quad (3)$$

Таблица 1 – Нормативы расхода круглых лесоматериалов мягких лиственных пород (включая березу) по ГОСТ 9462-88 на изготовление комплектов деталей ящиков ($\text{м}^3/\text{м}^3$)

Толщина деталей тары, мм	Средние лесоматериалы, диаметр 14 - 24 см		Крупные лесоматериалы, диаметр 26 см и более	
	с о р т			
	2	3	2	3
9	2,66	3,09	2,60	2,85
13	2,54	2,89	2,48	2,76
16	2,51	2,84	2,43	2,70
19	2,50	2,81	2,41	2,75
22	2,52	2,85	2,44	2,77
25	2,58	2,91	2,51	2,82
37 (трехгранная планка)	2,98	3,42	2,92	3,17

Таблица 2 – Нормативы расхода круглых лесоматериалов мягких лиственных пород (включая березу) по ГОСТ 9462-88 на изготовление комплектов деталей ящиков при применении фрезерно-брусующих станков ($\text{м}^3/\text{м}^3$)

Толщина деталей тары, мм	Мелкие лесоматериалы			
	с о р т			
	2	выход щепы	3	выход щепы
9	4,06	50,1	4,18	51,3
13	3,85	49,3	3,92	49,9
16	3,77	49,0	3,95	49,6
19	3,80	49,1	3,94	49,8
22	3,91	49,4	3,98	50,5
25	3,97	50,4	4,08	50,8

Таблица 3 – Нормативы расхода круглых лесоматериалов хвойных пород (по ГОСТ 9463-88) на изготовление комплектов деталей ящиков ($\text{м}^3/\text{м}^3$)

Толщина деталей тары, мм	Средние лесоматериалы, диаметр 14 - 24 см		Крупные лесоматериалы, диаметр 26 см и более	
	с о р т			
	2	3	2	3
9	2,39	2,59	2,35	2,58
13	2,29	2,48	2,26	2,46
16	2,26	2,44	2,23	2,43
19	2,26	2,45	2,23	2,43
22	2,29	2,48	2,26	2,46
25	2,34	2,53	2,30	2,51
37 (трехгранная планка)	2,68	2,92	2,63	2,90

Таблица 4 – Нормативы расхода круглых лесоматериалов хвойных пород (по ГОСТ 9463-88) на изготовление комплектов деталей ящиков при применении фрезерно-брусующих станков (м³/м³)

Толщина деталей тары, мм	Мелкие лесоматериалы			
	с о р т			
	2	выход щепы	3	выход щепы
9	3,95	48,5	4,08	49,1
13	3,69	47,2	4,00	47,9
16	3,66	47,1	3,91	47,5
19	3,60	47,0	4,02	47,6
22	3,68	47,3	4,00	47,9
25	3,73	47,8	4,11	48,3

Норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта на 1 м³ комплектных деталей k -го ящика, т.е. $H_{i,k,g,куб}$ (м³/м³), вычисляют по формуле

$$H_{i,k,g,куб} = \frac{H_{i,k,g}}{Q_k}. \quad (4)$$

Индивидуальную специфицированную норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы (обезличенную по сорту) на изготовление комплекта деталей k -го ящика, т.е. $H_{i,k}$ (м³/ k -ый ящик), вычисляют как средневзвешенную гармоническую величину по формуле

$$H_{i,k} = \frac{\sum_{g=1}^2 P_{i,g}}{\sum_{g=1}^2 \frac{P_{i,g}}{H_{i,k,g}}}. \quad (5)$$

Норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, т.е. $H_{i,k,куб}$ (м³/м³), на изготовление 1 м³ комплектных деталей k -го ящика вычисляют по формуле

$$H_{i,k,куб} = \frac{H_{i,k}}{Q_k}. \quad (6)$$

Групповую норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы при изготовлении комплектов деталей по всему ассортименту изделий (ящиков), т.е. H_i (м³/усредненный ящик), вычисляют как средневзвешенную арифметическую величину по формуле

$$H_i = \frac{\sum_{k=1}^A H_{i,k} P_k}{\sum_{k=1}^A P_k}. \quad (7)$$

Расчет расхода круглых лесоматериалов на производство тары

с параметром шероховатости поверхности деталей не более $R_{m_{max}} = 320$ мкм

При определении норм расхода круглых лесоматериалов на ящичные комплекты с параметром шероховатости поверхности деталей не более $R_{m_{max}} = 320$ мкм следует

учитывать расход древесины на фрезерование деталей (K_{ϕ}). Припуски на фрезерование в соответствии с ГОСТ 7307-75 приведены в табл. 5.

Величину коэффициента $K_{\phi,t}$ вычисляют как отношение площади поперечного сечения детали t -ой толщины до фрезерования $F_{н,t}$ к площади ее поперечного сечения после фрезерования $F_{\phi,t}$ по формуле

$$K_{\phi,t} = F_{н,t} / F_{\phi,t}. \quad (8)$$

Расход круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта, j -ой группы диаметров на производство фрезерованных деталей t -ой толщины, k -го ящика, т. е. $D_{i,k,g,j,t}^{\phi}$ (м^3 / детали t -ой толщины ящика), вычисляют по формуле

$$D_{i,k,g,j,t}^{\phi} = g_{k,t} N_{i,g,j,t} K_{\phi,t}. \quad (9)$$

Таблица 5 – Припуски на механическую обработку по ГОСТ 7307-75, мм

Номинальная толщина деталей	По толщине при номинальной ширине деталей							
	до 55		свыше 55 до 95		свыше 95 до 195		свыше 195 до 290	
	ХВОЙНЫХ	ЛИСТВЕННЫХ	ХВОЙНЫХ	ЛИСТВЕННЫХ	ХВОЙНЫХ	ЛИСТВЕННЫХ	ХВОЙНЫХ	ЛИСТВЕННЫХ
II группа до 30	<u>3,0</u> 3,5	3,5	<u>3,0</u> 3,5	3,5	<u>3,5</u> 4,0	4,0	<u>4,0</u> 4,5	4,5
III группа до 30	1,5				2,0		2,5	
	По ширине при номинальной ширине деталей							
	до 55		свыше 55 до 95		свыше 95 до 195		свыше 195 до 290	
	ХВОЙНЫХ	ЛИСТВЕННЫХ	ХВОЙНЫХ	ЛИСТВЕННЫХ	ХВОЙНЫХ	ЛИСТВЕННЫХ	ХВОЙНЫХ	ЛИСТВЕННЫХ
II группа до 30	<u>3,0</u> 3,5	3,5	<u>3,5</u> 4,0	4,0	<u>4,0</u> 4,5	<u>4,5</u> 4,0	<u>4,5</u> 5,0	<u>5,0</u> 4,5
III группа до 30	1,5				2,0			
Примечания. 1. Для хвойных лесоматериалов в числителе даны величины припусков на фрезерование деталей сосны, ели, пихты, кедра, а в знаменателе – лиственницы. 2. По группе II определяют припуски на фрезерование деталей с двух противоположных сторон при частичном профрезеровании одной из сторон. 3. По группе III определяют припуски на фрезерование деталей с одной стороны при частичном ее профрезеровании.								

Индивидуальную норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта, j -ой группы диаметров на изготовление k -го ящика, детали которого имеют припуски на фрезерование, т. е. $H_{i,k,g,j}^{\phi}$ (м^3 / k -ый ящик), вычисляют по следующей формуле:

$$H_{i,k,g,j}^{\phi} = \sum_{t=1}^n D_{i,k,g,j,t}^{\phi}. \quad (10)$$

Индивидуальную специфицированную норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта (обезличенную по группам диаметров бревен) на изготовление комплекта фрезерованных деталей для k -го ящика, т. е. $H_{i,k,g}^{\phi}$ ($\text{м}^3/k$ -ый ящик), вычисляют как средневзвешенную *гармоническую* величину по формуле

$$H_{i,k,g}^{\phi} = \frac{\sum_{j=1}^3 P_{i,g,j}}{\sum_{j=1}^3 \frac{P_{i,g,j}}{H_{i,k,g,j}^{\phi}}}. \quad (11)$$

Норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, g -го сорта на 1м^3 комплектных фрезерованных деталей k -го ящика, т.е. $H_{i,k,g,\text{куб}}^{\phi}$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$), вычисляют по формуле

$$H_{i,k,g,\text{куб}}^{\phi} = \frac{H_{i,k,g}^{\phi}}{Q_k}. \quad (12)$$

Индивидуальную специфицированную норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы (обезличенную по сорту) на изготовление комплекта фрезерованных деталей k -го ящика, т.е. $H_{i,k}^{\phi}$ ($\text{м}^3/k$ -ый ящик), вычисляют как средневзвешенную *гармоническую* величину по формуле

$$H_{i,k}^{\phi} = \frac{\sum_{g=1}^2 P_{i,g}}{\sum_{g=1}^2 \frac{P_{i,g}}{H_{i,k,g}^{\phi}}}. \quad (13)$$

Норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы, т.е. $H_{i,k,\text{куб}}^{\phi}$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$), на изготовление 1 м^3 комплектных фрезерованных деталей k -го ящика вычисляют по формуле

$$H_{i,k,\text{куб}}^{\phi} = \frac{H_{i,k}^{\phi}}{Q_k}. \quad (14)$$

Групповую норму расхода круглых лесоматериалов i -ой породы на изготовление комплектов фрезерованных деталей по всему ассортименту изделий (ящичков), т. е. H_i^{ϕ} ($\text{м}^3/\text{усредненный ящик}$), вычисляют как средневзвешенную *арифметическую* величину по формуле

$$H_i^{\phi} = \frac{\sum_{k=1}^A H_{i,k}^{\phi} P_k}{\sum_{k=1}^A P_k}. \quad (15)$$

Уласовец В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vadul@mail.ru

РАСХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ПРОИЗВОДСТВО ТАРЫ

THE EXPENSE OF SAW-TIMBERS ON CONTAINER MANUFACTURE

Для изготовления дощатых ящиков применяют пиломатериалы 2 и 3 сорта лиственных (включая березу) пород по ГОСТ 2695-83 "Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия" и хвойные пиломатериалы 3 - 4 сорта по ГОСТ 8486-86 "Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия".

По показателям качества древесина досок и планок ящиков должна соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ 2991-85 "Ящики дощатые неразборные для грузов массой до 500 кг. Общие технические условия".

По характеру обработки различают детали дощатых ящиков с параметром шероховатости поверхности не более $R_{m_{\max}} = 1250$ мкм и с параметром шероховатости поверхности не более $R_{m_{\max}} = 320$ мкм.

Параметр шероховатости поверхности деталей устанавливают в стандартах или другой нормативно-технической документации на ящики для конкретных видов продукции.

Детали дощатых ящиков толщиной 9, 13, 16 мм следует изготавливать из пиломатериалов, ширина которых кратна толщине деталей, а толщина – равна ширине выпиливаемых деталей.

Детали дощатых ящиков толщиной 19, 22, 25, 32 и 40 мм следует изготавливать из пиломатериалов толщиной, равной толщине деталей тары.

Ширина пропила при раскрое пиломатериалов не должна превышать следующих значений (в мм):

- 2,0 - при раскрое ленточными и коническими пилами;
- 2,5 - при раскрое пилами для тарных лесопильных рам;
- 2,5 - при раскрое строгальными пилами;
- 3,8 - при раскрое круглыми плоскими пилами.

Детали ящиков с параметром шероховатости с одной стороны не более $R_{m_{\max}} = 500$ мкм необходимо получать путем деления кратных по толщине пиломатериалов строгальными пилами. Припуски на фрезерование в этом случае не учитывают.

Определение размеров деталей ящиков

Размеры (ширину и длину) и количество деталей ящиков по типам, предусмотренным ГОСТ 2991-85, рассчитывают следующим образом:

а) ширина торцовых и боковых стенок ящика равна внутренней высоте ящика. Для решетчатых ящиков ширина щита уменьшается на величину просветов;

б) ширина дна и крышки для ящиков типов I -VI соответствует внутренней ширине ящика, увеличенной на толщину двух боковых стенок. Ящики типа IV- 1 и IV- 2 изготавливают без крышки;

в) длина торцовых стенок равна внутренней ширине ящика;

г) длина боковых стенок соответствует внутренней длине ящика, увеличенной на удвоенную толщину дощечек торцовых стенок (тип I, тип II -2, тип IV- 1 и IV- 2, тип V-2) и удвоенную толщину планок (тип II -1, тип III -1, тип III -2, тип V-1, тип VI- 1 и IV- 2);

д) длину дощечек дна и крышки устанавливают:

- для I, II -2, III -1, III -2, IV- 1, IV- 2, V-2, VI -1, VI -2 типов ящиков равной длине боковых стенок;

- для II -1, V-1 типов ящиков равной внутренней длине ящика, увеличенной на удвоенную толщину торцовых стенок;

е) длина планок должна соответствовать:

- вертикальных на торцовых стенках – внутренней высоте ящика;

- горизонтальных на торцовых стенках – внутренней ширине ящика, уменьшенной на ширину двух вертикальных планок;

- поперечных на дне и крышке – внутренней ширине ящика, увеличенной на толщину двух боковых стенок (тип III -2, тип IV- 2, тип VI -2);

- вертикальных на боковых стенках (при установке поясов) – внутренней высоте ящика, увеличенной на толщину дощечек дна, крышки и на толщину поперечных планок на дне и крышке;

- трехгранных – внутренней высоте ящика (тип II -2, тип V-2);

- трехгранных – наружной высоте ящика, уменьшенной на толщину дощечек дна и на толщину поперечных планок на дне (тип IV- 1, тип IV- 2);

ж) количество деталей устанавливают в штуках по типоразмерам ящиков.

Порядок расчета размеров деталей ящиков по типам, приведенным в общих технических условиях стандартов, аналогичен описанному выше.

Расчет норм расхода пиломатериалов на производство тары

с параметром шероховатости поверхности деталей не более $R_{m_{max}} = 1250$ мкм

На основании установленных размеров деталей ящика (торцовых, боковых стенок, дна, крышки, планок и др.) и их количества рассчитывают объем древесины в чистоте на один ящик.

Для удобства расчетов примем следующие условные обозначения:

$t_{k,n}$ - толщина детали n -го типоразмера k -го ящика, м;

$b_{k,n}$ - ширина детали n -го типоразмера k -го ящика, м;

$l_{k,n}$ - длина детали n -го типоразмера k -го ящика, м;

$m_{k,n}$ - количество деталей n -го типоразмера в k -ом ящике, шт.;

$g_{k,n} = t_{k,n} b_{k,n} l_{k,n} m_{k,n}$ - объем деталей n -го типоразмера, k -го ящика, м³;

$n = 1 \dots T$ - количество типоразмеров деталей в k -ом ящике, шт.;

$Q_k = \sum_{n=1}^T g_{kn}$ - объем (в чистоте) деталей всех размеров в k -ом ящике, м³;

$P_{i,g}$ - удельный вес g -го сорта в общем объеме пиломатериалов i -ой породы, используемых для производства тары %;

$$\sum_{g=1}^2 P_{i,g} = 100 - \text{объем используемого сырья (необрезных пиломатериалов) } i\text{-ой}$$

породы, %;

$k = 1 \dots A$ - количество видов (ассортимент) изготавливаемых ящиков;

P_k - удельный вес k -ых комплектов ящиков в общем объеме изготавливаемой тары, %.

Расход необрезных пиломатериалов i -ой породы, g -го сорта на изготовление одноименных деталей n -го типоразмера, входящих в k -ый ящик, т. е. $D_{i,k,g,n}$ ($\text{м}^3/\text{детали } n\text{-го типоразмера}$), вычисляются по формуле

$$D_{i,k,g,n} = g_{k,n} K_p K_k, \quad (1)$$

где K_p - расходный коэффициент (норматив), учитывающий расход необрезных пиломатериалов их при продольном раскросе на заготовки кратные по длине деталям тары;

K_k - расходный коэффициент (норматив), учитывающий расход древесины, связанный с качеством исходных пиломатериалов и требованиями к качеству выпиливаемых деталей тары.

Для определения значения K_p разработаны графики (рис. 1 и рис. 2), отражающие зависимость величины расхода необрезных пиломатериалов на детали тары от схемы раскроса, толщины детали (значения указаны на оси абсцисс) и ширины пропила (наклонные линии). На оси ординат графиков слева даны значения коэффициента расхода K_p .

$K_p = K_l$ - коэффициент, учитывает расход древесины при продольном раскросе необрезных пиломатериалов, когда ширина выпиливаемых кратных по длине заготовок для деталей тары равна толщине исходных пиломатериалов (рис. 1);

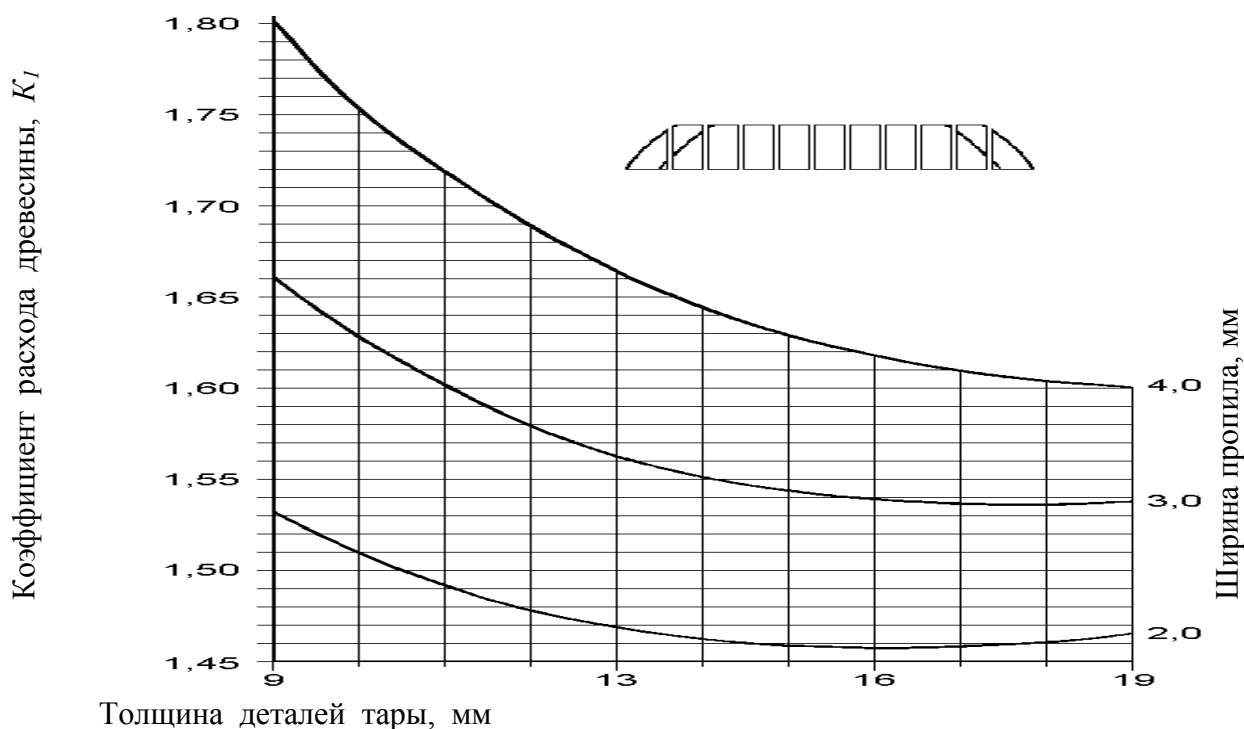


Рисунок 1 – Графики для определения коэффициента расхода древесины K_l

$K_p = K_2$ - коэффициент, учитывает расход древесины при продольном раскросе необрезных пиломатериалов, когда толщина выпиливаемых кратных по длине заготовок для деталей тары равна толщине исходных пиломатериалов (рис. 2).

Значение K_k следует определять по графикам (рис. 3... 10), построенным на основании данных экспериментальных работ, которые проводились на промышленных предприятиях Уральского региона и Европейской части России. По указанным графикам определяют расход кратных по длине заготовок на детали тары, зависящий от породы древесины, ее качества (сорта), длин (значения даны на оси абсцисс) и ширин (наклонные линии) выпиливаемых деталей, а также их назначения (дощечки или планки). На оси ординат слева даны значения коэффициентов расхода.

Для необрезных пиломатериалов мягких лиственных (включая березу) пород:

K_k - коэффициент расхода древесины при выработке деталей ящиков из необрезных лиственных пиломатериалов 2 сорта (рис. 3 – дощечек - $K_{л2д}$, рис. 4 – планок - $K_{л2п}$);

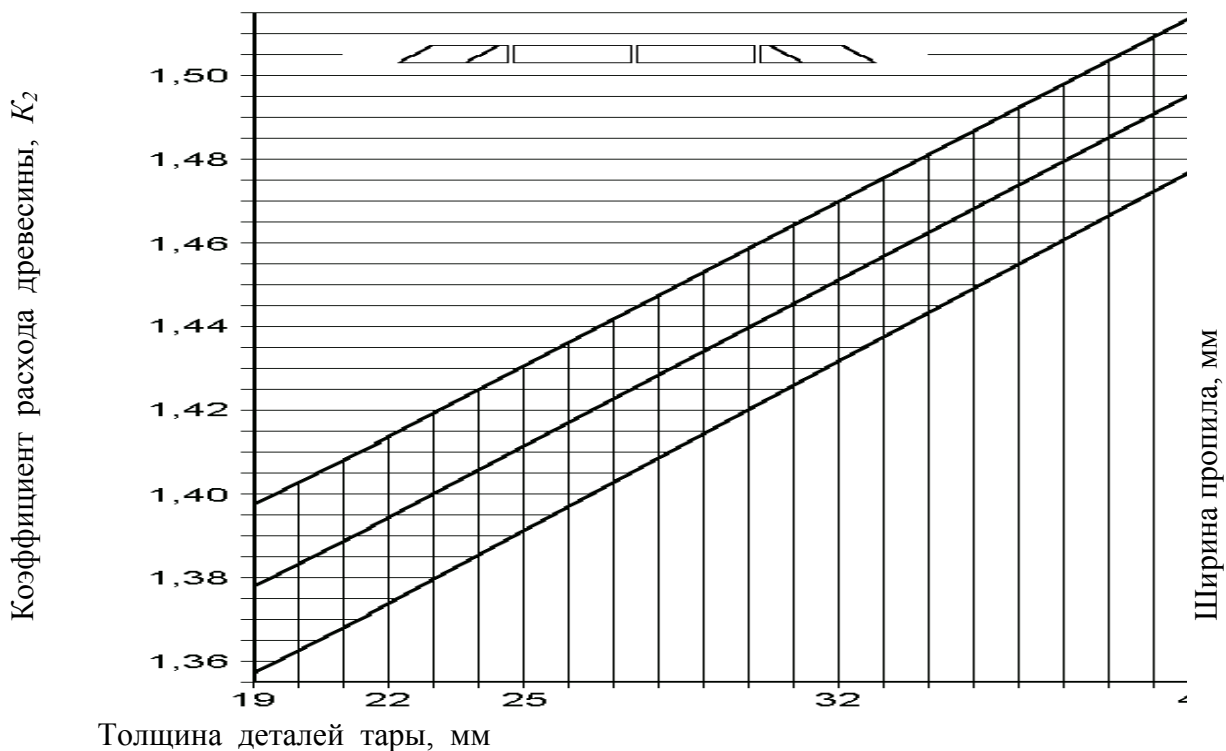


Рисунок 2 – Графики для определения коэффициента расхода древесины K_2

K_k - коэффициент расхода древесины при выработке деталей ящика из необрезных лиственных пиломатериалов 3 сорта (рис. 5 – дощечек - $K_{л3д}$, рис. 6 – планок - $K_{л3п}$);

Для пиломатериалов хвойных пород:

K_k - коэффициент расхода древесины при выработке деталей ящика из необрезных хвойных пиломатериалов 3 сорта (рис. 7 – дощечек - $K_{х3д}$, рис. 8 – планок - $K_{х3п}$);

K_k - коэффициент расхода древесины при выработке деталей ящиков из необрезных хвойных пиломатериалов 4 сорта (рис. 9 – дощечек - K_{x4d} , рис. 10 – планок - K_{x4n}).

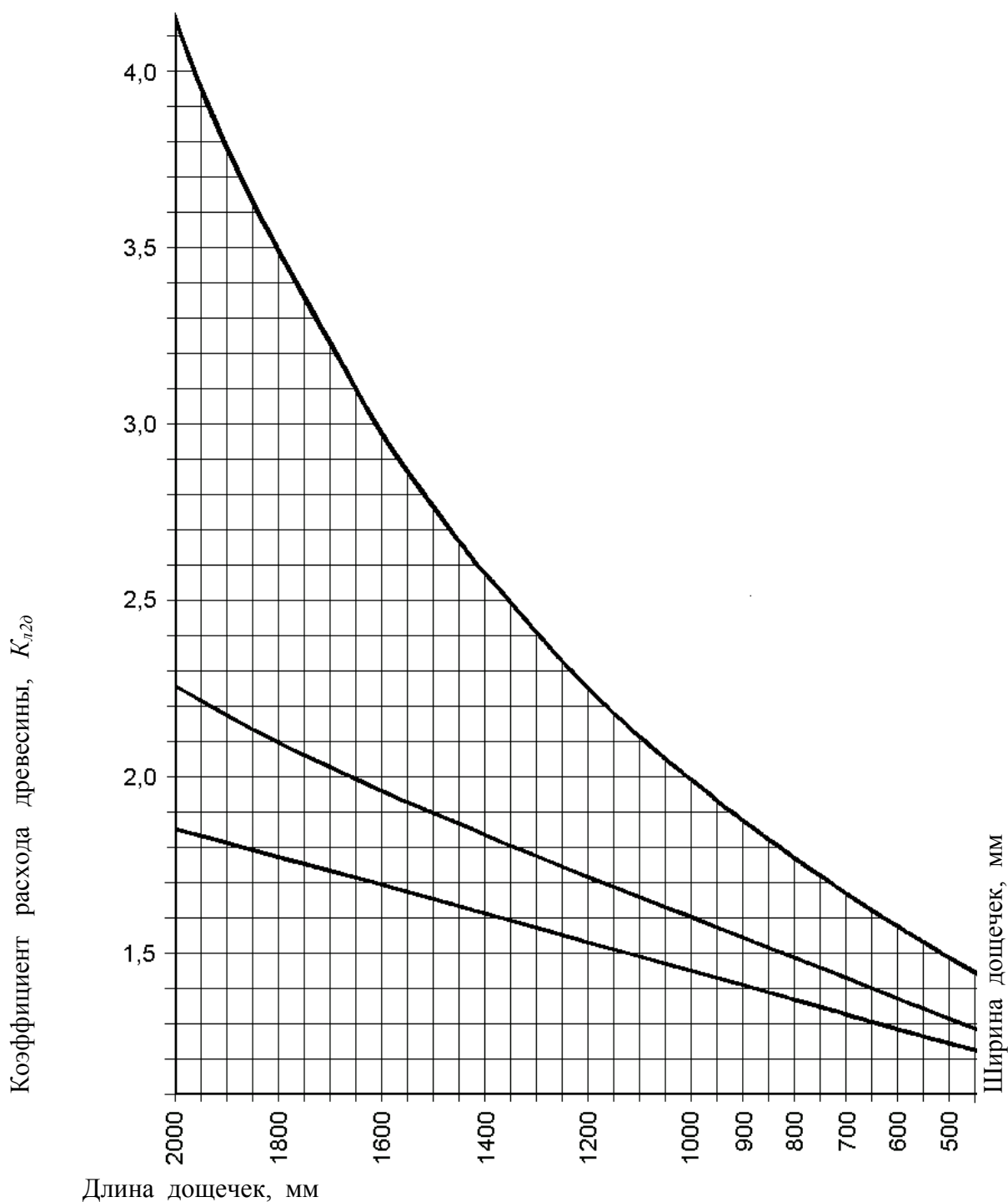


Рисунок 3 – Графики для определения значения коэффициента $K_{л2д}$, учитывающего потери древесины, связанные с качеством исходных пиломатериалов 2- го сорта мягких лиственных пород (и березы), при выработке деталей дощечки

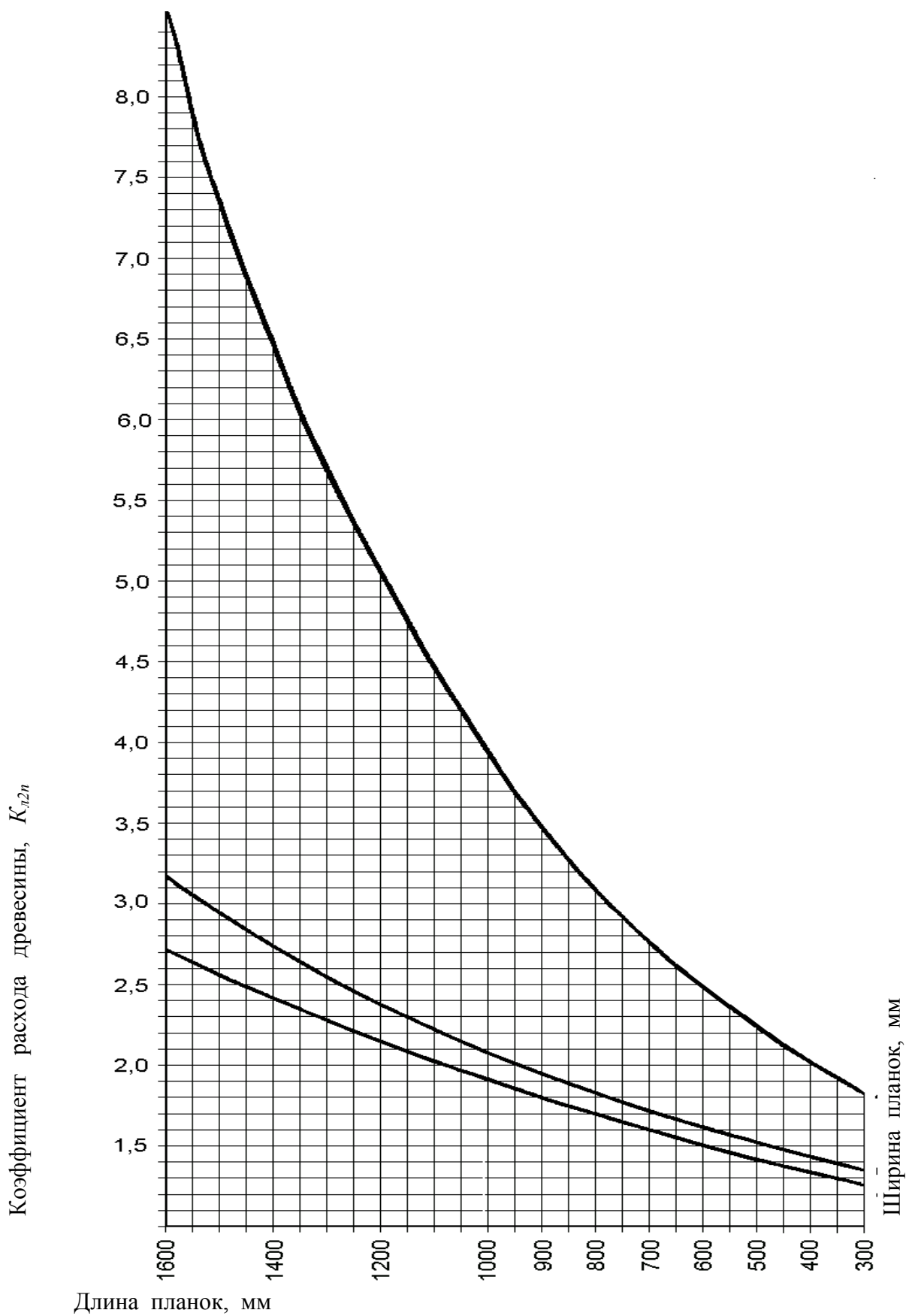


Рисунок 4 – Графики для определения значения коэффициента $K_{л2n}$, учитывающего потери древесины, связанные с качеством исходных пиломатериалов 2- го сорта мягких лиственных пород (и березы), при выработке деталей планки

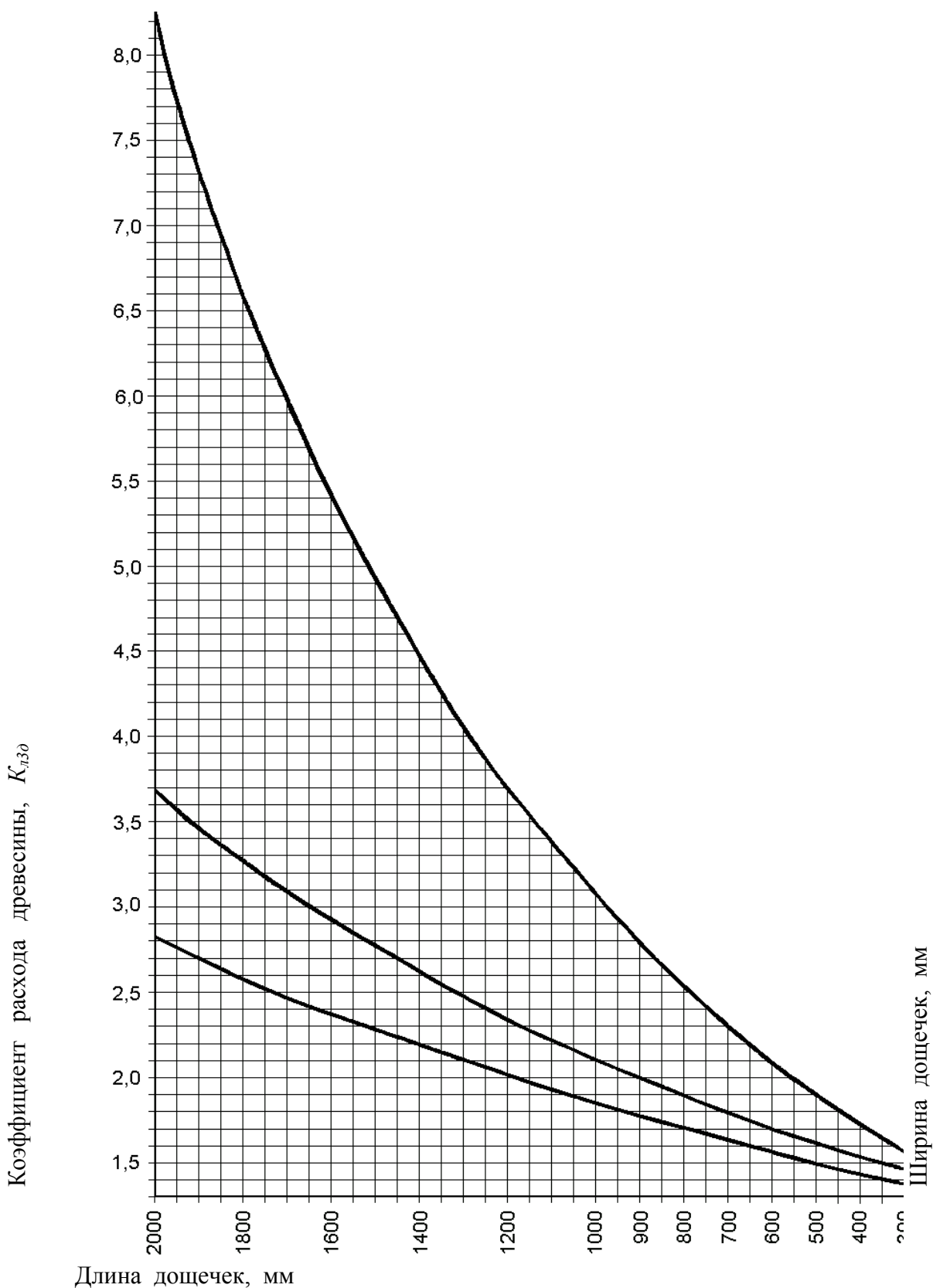


Рисунок 5 – Графики для определения значения коэффициента $K_{лзд}$, учитывающего потери древесины, связанные с качеством исходных пиломатериалов 3-го сорта мягких лиственных пород (и березы), при выработке деталей досочки

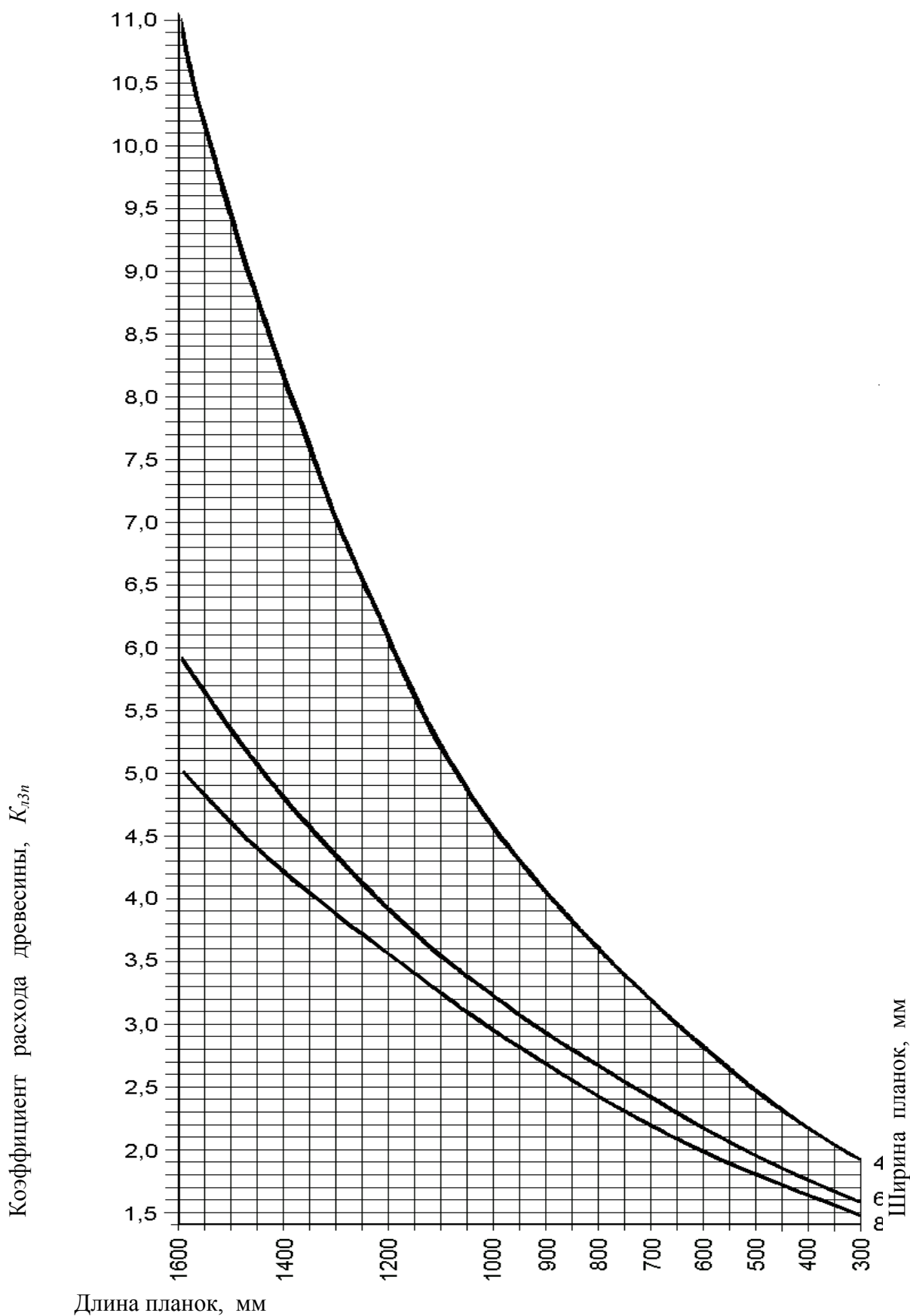


Рисунок 6 – Графики для определения значения коэффициента $K_{л3п}$, учитывающего потери древесины, связанные с качеством исходных пиломатериалов 3-го сорта мягких лиственных пород (и березы), при выработке деталей планки

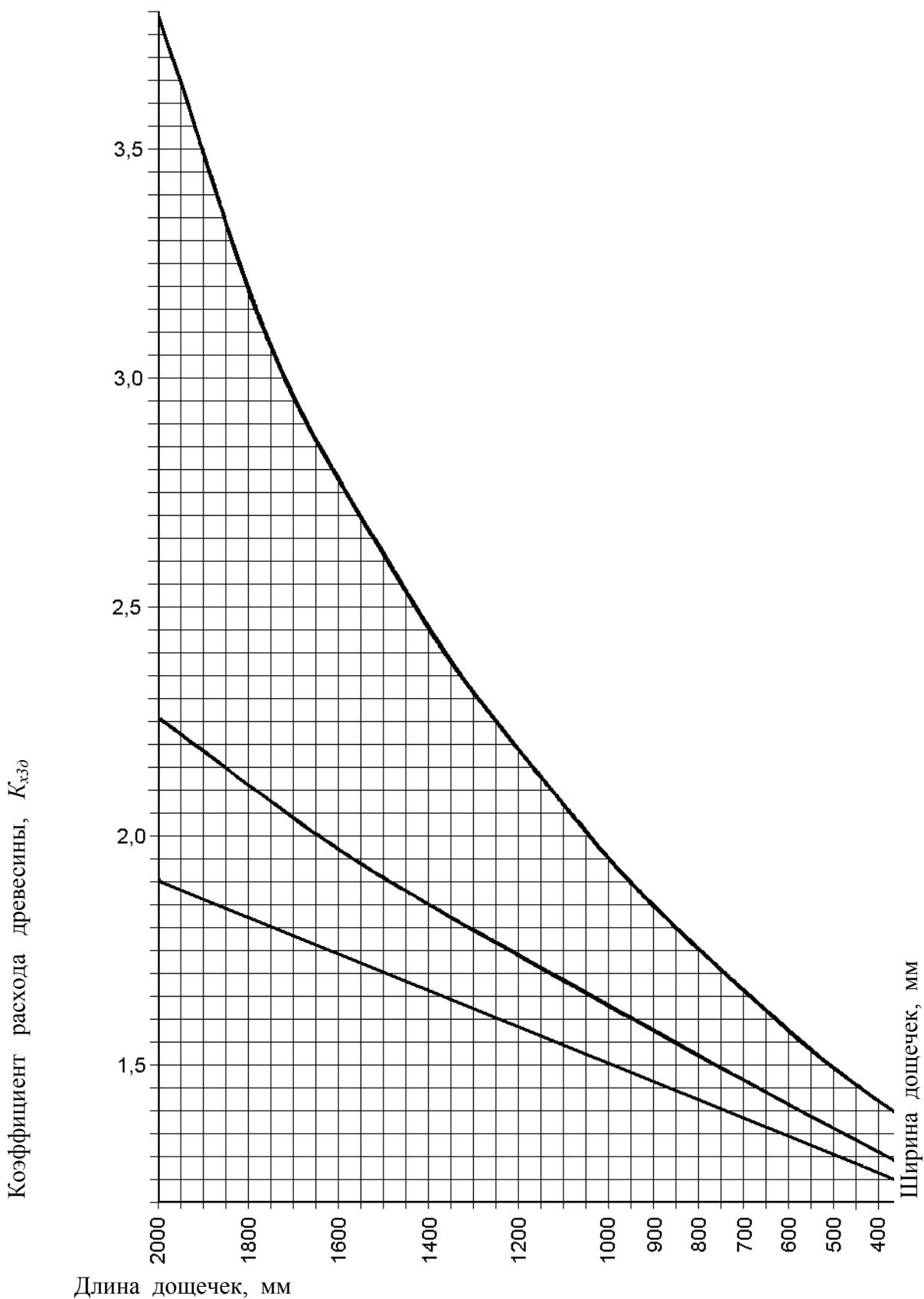


Рисунок 7 – Графики для определения значения коэффициента $K_{зд}$, учитывающего потери древесины, связанные с качеством исходных пиломатериалов 3-го сорта хвойных пород, при выработке деталей дощечки

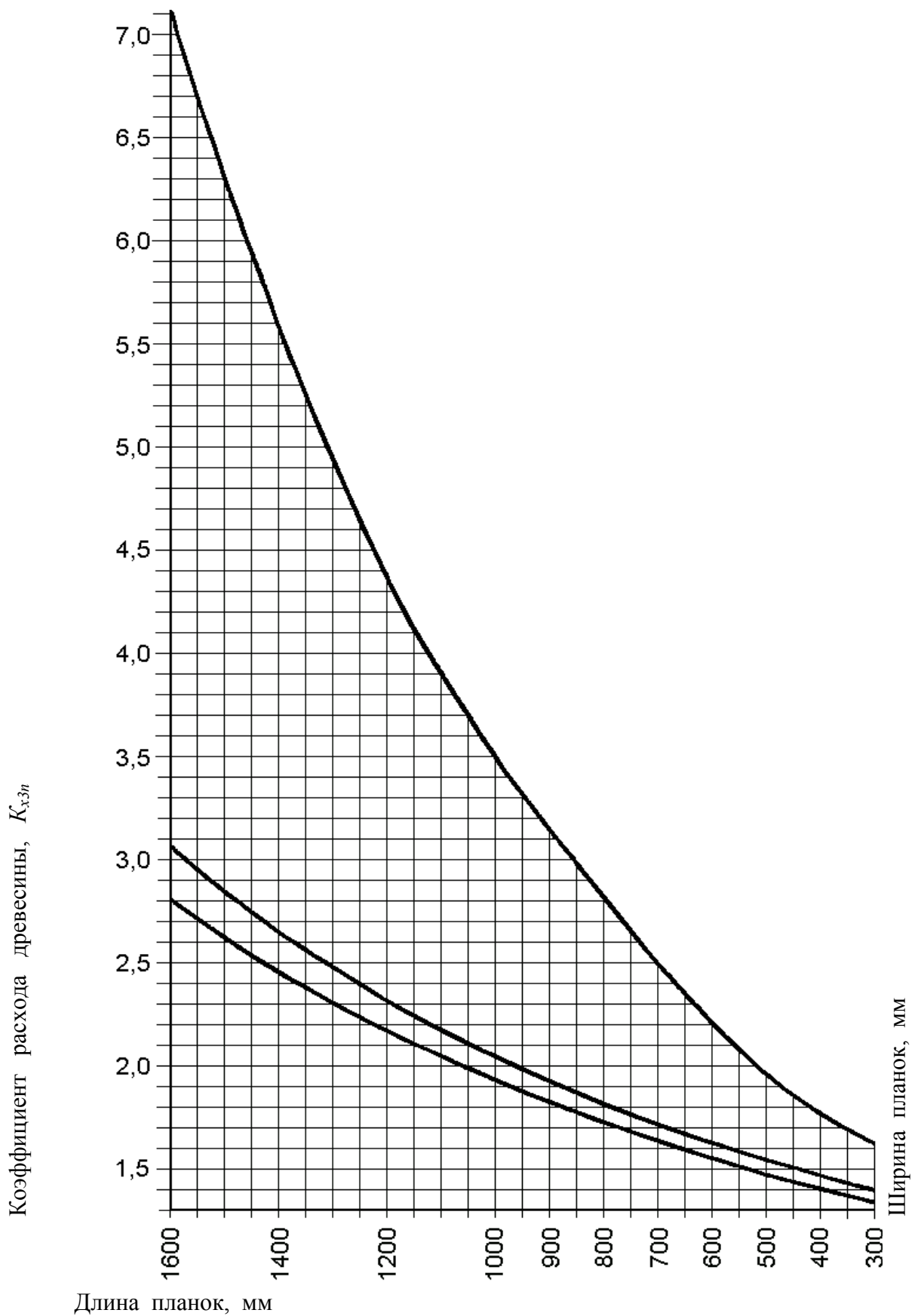


Рисунок 8 – Графики для определения значения коэффициента K_{x3n} , учитывающего потери древесины, связанные с качеством исходных пиломатериалов 3-го сорта, при выработке деталей планки

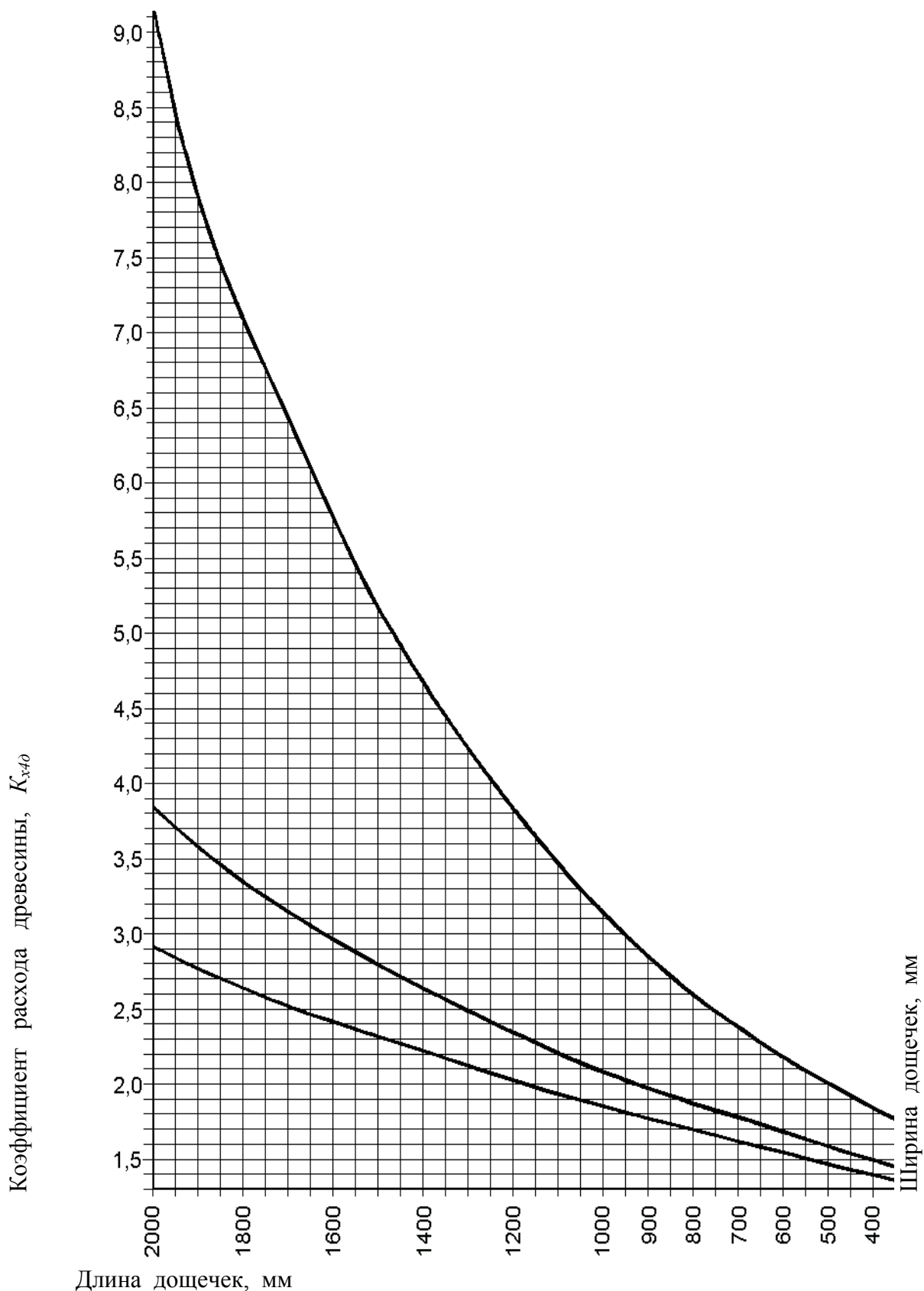


Рисунок 9 – Графики для определения значения коэффициента K_{x40} , учитывающего потери древесины, связанные с качеством исходных пиломатериалов 4-го сорта хвойных пород, при выработке деталей доски

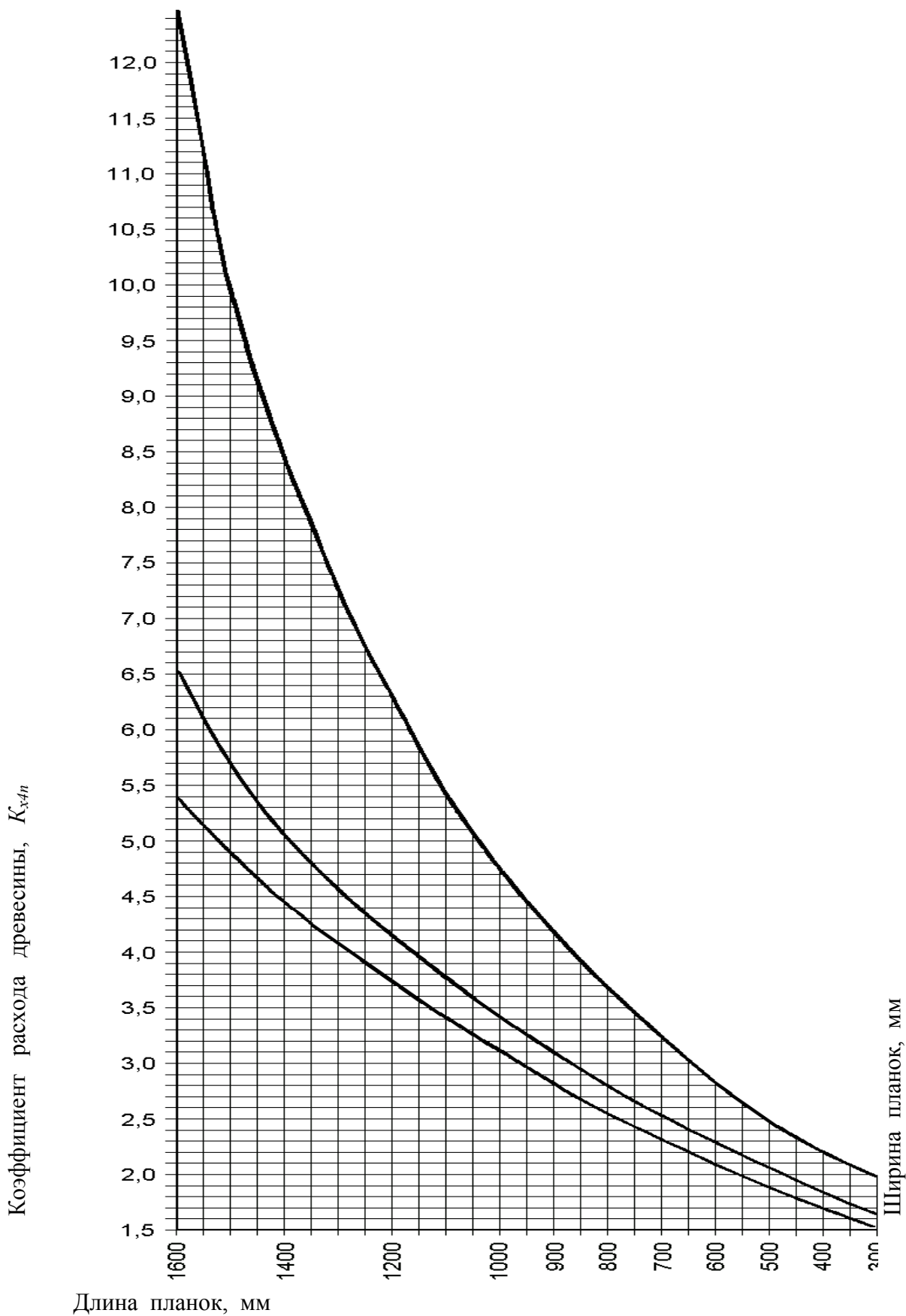


Рисунок 10 – Графики для определения значения коэффициента K_{x4n} , учитывающего потери древесины, связанные с качеством исходных пиломатериалов 4-го сорта, при выработке деталей планки

Индивидуальную норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы, g -го сорта на k -ый ящик, т.е. $H_{i,k,g}$ ($\text{м}^3/k$ -ый ящик), вычисляют по формуле

$$H_{i,k,g} = \sum_{n=1}^T D_{i,k,g,n} . \quad (2)$$

Норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы, g -го сорта на 1 м^3 комплектных деталей k -го ящика, т.е. $H_{i,k,g,\text{куб}}$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$), вычисляют по формуле

$$H_{i,k,g,\text{куб}} = \frac{H_{i,k,g}}{Q_k} . \quad (3)$$

Индивидуальную специфицированную норму расхода необрезных пиломатериалов i -й породы на изготовление k -го комплекта деталей ящика, т.е. $H_{i,k}$ ($\text{м}^3/k$ -ый ящик), вычисляют как средневзвешенную *гармоническую* величину по формуле

$$H_{i,k}^{\phi} = \frac{\sum_{g=1}^2 P_{i,g}}{\sum_{g=1}^2 \frac{P_{i,g}}{H_{i,k,g}^{\phi}}} . \quad (4)$$

Норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы, т.е. $H_{i,k,\text{куб}}$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$) на изготовление 1 м^3 комплекта деталей k -го ящика, вычисляют по формуле

$$H_{i,k,\text{куб}} = \frac{H_{i,k}}{Q_k} . \quad (5)$$

Групповую норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы на изготовление деталей по всему ассортименту изделий (ящиков), т.е. H_i ($\text{м}^3/\text{усредненный ящик}$), вычисляют как средневзвешенную *арифметическую* величину по формуле

$$H_i = \frac{\sum_{k=1}^A H_{i,k} P_k}{\sum_{k=1}^A P_k} , \quad (6)$$

Расчет норм расхода пиломатериалов на производство тары

с параметром шероховатости поверхности деталей не более $R_{m_{\max}} = 320 \text{ мкм}$

При определении норм расхода необрезных пиломатериалов на детали тары с параметром шероховатости их поверхности не более $R_{m_{\max}} = 320 \text{ мкм}$ следует учитывать расход древесины на фрезерование (K_{ϕ}), который для каждой детали рассчитывают как отношение площади ее поперечного сечения до фрезерования F_n к площади поперечного сечения после фрезерования F_{ϕ_i} по формуле $K_{\phi,t} = F_{n,t} / F_{\phi,t}$.

Значения коэффициентов K_p определяют по соответствующим графикам (рис. 1 или рис. 2), а толщину заготовки берут с учетом припуска на фрезерование (см. табл. 5) соответствующего количества пластей по ГОСТ 7307-75 "Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку".

Значения коэффициентов K_k определяют по графикам (рис. 3...6 для пиломатериалов лиственных пород и рис. 7...10 – для хвойных). При этом ширину заготовки берут с учетом припуска на фрезерование соответствующего количества кромок.

Расход необрезных пиломатериалов i -ой породы, g -го сорта на изготовление одноименных деталей (с фрезерованием) n -го типоразмера, входящих в k -ый ящик, т. е. $D_{i,k,g,n}^\phi$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$), вычисляют по формуле

$$D_{i,k,g,n}^\phi = g_{k,n} K_p K_k K_\phi. \quad (7)$$

Индивидуальную норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы, g -го сорта на фрезерованные детали k -го ящика, т.е. $H_{i,k,g}^\phi$ ($\text{м}^3/\text{ящик}$), вычисляют по формуле

$$H_{i,k,g}^\phi = \sum_{n=1}^T D_{i,k,g,n}^\phi. \quad (8)$$

Норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы, g -го сорта на 1 м^3 комплектных фрезерованных деталей k -го ящика, т.е. $H_{i,k,g,\text{куб}}^\phi$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$), вычисляют по формуле

$$H_{i,k,g,\text{куб}}^\phi = \frac{H_{i,k,g}^\phi}{Q_k}. \quad (9)$$

Норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы на изготовление комплекта фрезерованных деталей k -го ящика, т.е. $H_{i,k}^\phi$ ($\text{м}^3/\text{ящик}$), вычисляют по формуле

$$H_{i,k}^\phi = \frac{\sum_{g=1}^2 P_g}{\sum_{g=1}^2 \frac{P_g}{H_{i,k,g}^\phi}}. \quad (10)$$

Норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы, т.е. $H_{i,k,\text{куб}}^\phi$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$) на изготовление 1 м^3 комплекта фрезерованных деталей k -го ящика, вычисляют по формуле

$$H_{i,k,\text{куб}}^\phi = \frac{H_{i,k}^\phi}{Q_k}. \quad (11)$$

Групповую норму расхода необрезных пиломатериалов i -ой породы при изготовлении фрезерованных деталей по всему ассортименту изделий (ящичков), т. е. H_i^ϕ ($\text{м}^3/\text{м}^3$), вычисляют по формуле

$$H_i^\phi = \frac{\sum_{k=1}^A H_{i,k}^\phi P_k}{\sum_{k=1}^A P_k}. \quad (12)$$

По приведенным выше методическим положениям и расчетным формулам изготовители тары могут самостоятельно выполнить расчеты для своего производства и определить необходимые объемы сырья, с учетом номенклатуры вырабатываемых изделий, объема их выпуска, породного состава, размерной и качественной характеристики

используемых ресурсов, существующего технологического процесса, применяемого оборудования и инструмента.

Уласовец В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vadul@mail.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

THEORETICAL PROBLEMS OF SAWING UP OF LOGS ON SAW-TIMBERS

По данным Всемирной продовольственной организации (ФАО) потребление пиломатериалов в мире превысило 450 млн. м³ и будет увеличиваться, несмотря на значительный рост производства плитных материалов, картона и бумаги. В ближайшие годы основными потребителями и производителями хвойных пиломатериалов будут следующие страны [1] (см. таблицу):

Таблица

Страна	Потребление, млн. м ³	Торговля, млн. м ³	
		Экспорт	Импорт
США	127,3	3,4	45,9
Япония	27,0	-	8,8
Канада	19,2	46,5	0,7
Германия	16,5	3,2	4,6
Франция	10,0	0,7	2,7
Великобритания	9,5	0,2	7,0
Китай	7,0	0,2	2,0
Бразилия	6,3	-	-
Италия	6,3	0,05	5,5
Австрия	4,7	6,4	1,2
Финляндия	4,7	8,4	0,25
Дания	4,6	0,2	4,5
Испания	4,2	0,02	1,8
Швеция	4,0	10,7	0,2
Нидерланды	2,7	0,25	2,7

Объем произведенных лесопильной промышленностью Российской Федерации пиломатериалов в 1990 г. составлял 75 млн. м³, в т.ч. экспортных - 7,1 млн. м³, а после общепромышленного кризиса в 1999 г. снизился до 17,9 млн. м³. К 2010 г. планируется довести выпуск пиломатериалов до 40 млн. м³, что едва лишь равно уровню 1945 года.

Лесопильное производство Российской Федерации представляет важную отрасль лесной промышленности, которая перерабатывает около половины заготавливаем-

мой деловой древесины. Характерной особенностью этой отрасли является ее размещение практически во всех природно-климатических и экономических районах страны.

Совершенствование технологических процессов в лесопилении является актуальной научно-технической проблемой, связывающей теорию раскроя пиловочного сырья с бережным использованием лесных ресурсов государства.

Отсутствие теоретических решений, и разработанных на их основе практических рекомендаций для нужд производства, неизбежно ведет к неэффективному использованию пиловочника. При этом истощаются лесные ресурсы государства, неоправданно увеличиваются объемы лесозаготовок, что приводит к их перемещению в удаленные от потребителей районы, увеличению затрат и удорожанию пилопродукции, в себестоимости которой стоимость сырья и транспортные расходы составляют более 70%.

Современная теория раскроя пиловочного сырья на пиломатериалы позволяет успешно решать многие практические задачи, однако, в ней отсутствуют решения, связанные с теоретическим обоснованием отдельных способов раскроя. Так, например бревна крупных диаметров, центральная зона которых часто значительно поражена гнилью, распиливают развально-сегментным, брусом-сегментным, круговым способом или на три бруса. При этом обоснование схем рационального раскроя сегментов и боковых брусков на пиломатериалы требует самостоятельного теоретического решения и разработки практических рекомендаций для лесопильных предприятий Восточных регионов нашей страны, где будет преимущественно развиваться лесопиление.

Изменение структуры производства пиломатериалов, связанной с тенденцией разукрупнения предприятий и перемещением их к лесосырьевой базе, требует разработки теоретического обоснования и практических рекомендаций по выработке ограниченного числа сечений пиломатериалов.

Широкое использование в лесопилении ленточнопильных и круглопильных станков выявило необходимость разработки теоретического обоснования для способа раскроя бревен параллельно образующей (т. е. по сбегу) и аналитических зависимостей для расчета оптимальных размеров выпиленных при этом пиломатериалов с целью установления рациональных схем раскроя.

Отметим, что необрезные доски, выпиленные параллельно образующей, имеют длину, равную длине исходного бревна; не требуют укорочения при выработке из них обрезных пиломатериалов максимального объема; более однородны по качеству и влажности, следовательно, при сушке будут меньше коробиться. У них в меньшей мере перерезаны годовые слои, что должно повысить их прочность при изгибе. Коэффициент сбега таких необрезных досок меньше, а объемный выход из них прямоугольных обрезных пиломатериалов выше, чем у досок такой же толщины и аналогичного расположения относительно вершинного диаметра бревна, но выпиленных параллельно его продольной оси.

При выпиливании из периферийной части бревен смежных диаметров такие доски имеют меньшее рассеяние размеров ширин, чем при раскрое бревен параллельно продольной оси.

При распиловке бревен параллельно образующей уменьшаются площади пропиленных пластей досок, объем опилок, износ инструмента и расход мощности бревнопильного оборудования.

Исследование отмеченных выше вопросов проводится на кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета.

В результате проведенных исследований были разработаны:

- теоретические основы по определению оптимальных размеров пиломатериалов и аналитические зависимости для расчета их значений при распиловке сегментов и боковых брусьев параллельно продольной оси (в том числе на доски одинаковой толщины [2, 3]);

- теоретические основы по определению оптимальных размеров пиломатериалов при распиловке бревен параллельно боковой образующей ствола, позволяющие установить общие количественные закономерности и оптимальные схемы раскроя, обеспечивающие наибольший объемный, спецификационный и качественный выход пилопродукции [4, 5];

- аналитические зависимости для расчета значений коэффициентов сбега необрезных досок, определяющие связь объемного выхода необрезных и обрезных пиломатериалов как со способом раскроя бревен [6, 7, 8], так и с формой боковой образующей ствола.

Для практического использования разработаны рекомендации по составлению рациональных поставов и аналитические зависимости по определению оптимальных размеров пиломатериалов, представленные в виде удобных для пользования графиков [9, 10, 11, 12].

Разработанные графики для составления и графики для расчета поставов при распиловке бревен параллельно продольной оси и параллельно образующей позволяют на практике в простой и доступной форме находить толщины, ширины и длины выпиливаемых досок и обоснованно решать вопросы выбора рациональных схем раскроя пиловочного сырья различных диаметров и сбега на специфицированные пиломатериалы, оперативно выявлять структуру рациональных поставов и проводить их сравнительный анализ, разрабатывать планы раскроя, получать при распиловке высокий объемный выход спецификационных (т. е. заданных по размерам и качеству) пиломатериалов.

Аналитические зависимости по расчету оптимальных размеров пиломатериалов и рекомендации по составлению рациональных поставов и при раскрое боковой зоны бревен на доски одинаковых толщин, позволяют выполнять спецификационные задания, уменьшить трудозатраты и улучшить условия работы на участках окончательной обработки досок, их сортировке, пакетирования и транспортирования.

Проведенные исследования [9, 11] показали, что выпиливание пиломатериалов одинаковых толщин вместо досок оптимальных толщин не окажет значительного влияния на изменение объемного выхода пиломатериалов только тогда, когда будет обеспечено теоретически обоснованное оптимальное соотношение между размерами боковой зоны бревна, количеством выпиливаемых из нее досок и их толщиной.

Следует сказать, что на практике фактический объемный выход пиломатериалов будет отличаться от расчетного на 1,5...3% (так как окажут влияние: несовпадение действительной формы бревен с принятой при расчете поставов; неточность при базировании и распиловке бревна и бруса; рассеяние ширин досок; потери на участке обрезки и торцовки досок; состояние распиловочного оборудования и инструмента; квалификация рабочего персонала и некоторые другие факторы). Отмеченная связь между рас-

четным и фактическим выходом пиломатериалов указывает на необходимость определения в каждом случае оптимальных условий раскроя пиловочного сырья, обеспечивающих наибольший расчетный, следовательно, и наибольший фактический выход пиломатериалов.

Для Российской Федерации при современном объеме производства только один процент увеличения выхода пиломатериалов в процессе раскроя сырья даст примерно 0,3 млн. м³ пилопродукции, что в оптовых ценах будет составлять около 450 млн. рублей. Отметим, что для производства такого количества пиломатериалов потребовалось бы вырубить лес на площади около 4 тысяч га.

Установление рациональных схем и способов раскроя пиловочника в лесопилении определяет спектр применяемого оборудования и имеет важное хозяйственное и экономическое значение, являясь своевременной и перспективной задачей, которая должна базироваться на теоретических и экспериментальных исследованиях с выходом результатов в практику.

На средних и крупных лесопильных предприятиях за рубежом часто применяют бесфундаментное оборудование с небольшим энергопотреблением и прогрессивные технологические процессы на базе многопильных ленточнопильных станков; фрезерно-брусующих, фрезернопильных и кромко-фрезеровальных станков, позволяющее повысить производительность лесопильных потоков в несколько раз по сравнению с рамными потоками.

К сожалению, наше техническое отставание от ведущих лесопильных стран мира значительно. За последние годы отечественное деревообрабатывающее машиностроение не предложило ни одной перспективной разработки, а "в рекламе оборудования преобладает импортная техника или кустарные конструкции, где энтузиазм разработчиков превалирует над технологической грамотностью" [13]. Очевидно, что по этой причине в ближайшее время насыщение производства в нашей стране будет происходить главным образом за счет импорта высокопроизводительного лесопильного оборудования и инструмента.

Оптимистичной особенностью лесопромышленного комплекса Российской Федерации, которая могла бы стать базой развития всех лесных отраслей, является наличие почти четверти мировых возобновляемых лесных ресурсов, позволяющих достичь объемов лесозаготовок в 300...400 млн. м³; а также реальный потребительский рынок пиломатериалов внутри страны и в странах Европы, Азии и Африки.

Библиографический список

1. Бурдин Н.А. Производство и потребление хвойных пиломатериалов, а также торговля ими в развитых странах мира / Н.А. Бурдин // Деревообработ. пром-сть. - 2003. - № 3. - С. 2 - 5.
2. Уласовец В.Г. Раскрой сегмента на обрезные пиломатериалы / В.Г. Уласовец // Лесн. журн. - 2005. - № 3. - С. 78 - 84. - (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Ulasovets V.G. Estimating accuracy of methods for measuring the mean width of unedged boards / V.G. Ulasovets // Drewno-Wood. - Poznan: Inst. Technol. Drew., 2005. - Vol. 48. - Nr. 173. - P. 95 - 110.

4. Уласовец В.Г. Теоретические основы распиловки бревен параллельно образующей / В.Г. Уласовец // Тр. факультета МТД. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. - С. 4 - 13.
5. Уласовец В.Г. Сравнительный анализ двух способов распиловки бревен на необрезные пиломатериалы / В.Г. Уласовец // Деревообраб. пром-сть. - 2005. - № 1. - С. 5 - 7.
6. Ulasovets V.G. The influence of log cutting methods on the size and volume indexes of sawn unedged boards / V.G. Ulasovets // Drewno-Wood. - Poznan: Inst. Technol. Drew., 2006. - Vol. 48. - Nr. 176. - P. 21 - 36.
7. Уласовец В.Г. Влияние способов раскроя пиловочника на размеры и объем необрезных пиломатериалов / В.Г. Уласовец // Тр. факультета МТД. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. - С. 14 - 31.
8. Ulasovets V.G. The volume yield of edged saw-timber acquired from unedged using different methods of log sawing / V.G. Ulasovets // Drewno-Wood. - Poznan: Inst. Technol. Drew., 2005. - Vol. 48. - Nr. 174. - P. 41 - 53.
9. Уласовец В.Г. Распиловка боковой зоны бревен крупных диаметров на спецификационные пиломатериалы одинаковых толщин / В.Г. Уласовец // Деревообраб. пром-сть. - 1983. - № 6. - С. 3 - 6.
10. Уласовец В.Г. Расчет оптимальных размеров пиломатериалов, получаемых при раскрое бревен параллельно образующей / В.Г. Уласовец // Деревообраб. пром-сть. - 2005. - № 3. - С. 7 - 10.
11. Уласовец В.Г. Распиловка бревен параллельно образующей с выработкой спецификационных пиломатериалов одной толщины / В.Г. Уласовец // Деревообраб. пром-сть. - 2007. - № 4. - С. 12 - 15.
12. Уласовец В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов: учеб. пособие для вузов / В.Г. Уласовец. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. - 510 с.
13. Копейкин А.М. Проблемы развития Российского лесопиления в новых экономических условиях // А.М. Копейкин, В.И. Мелехов // Деревообраб. пром-сть. - 2008. - № 1. - С. 2 - 3.

Уласовец В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vadul@mail.ru

УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСПИЛОВКЕ БРЕВЕН ПАРАЛЛЕЛЬНО ОБРАЗУЮЩЕЙ

INCREASE IN AN OUTPUT OF SAW-TIMBERS AT SAWING UP OF LOGS IN PARALLEL FORMING

При продольном раскрое противоположных боковых частей бревна (сегментов) параллельно сбегу (образующей) в средней части будет выпилена двухкантная клиновидная вырезка, т. е. средний клин, длина которого практически равна длине бревна, а ширина в вершинной части b_v равна

$$b_{\text{в}} \approx \sqrt{d^2 - (2t)^2} . \quad (1)$$

Толщина среднего клина в комлевой части $T_{\text{кл}}$ будет равна двойной величине смещения геометрического центра комлевого торца бревна относительно центра вершинного торца при распиловке сегмента [1] или

$$T_{\text{кл}} = (D - d) = d(K - 1), \quad (2)$$

где D и d - диаметр бревна соответственно в комлевом и вершинном торце; K - коэффициент сбега бревна; t - величина пропила.

Ширину среднего клина в комлевом торце $B_{\text{кл}}$ бревна вычисляют по формуле

$$B_{\text{кл}} = d\sqrt{2K - 1} . \quad (3)$$

Относительная ширина и толщина среднего клина в комлевой части бревен, имеющих различные коэффициенты сбега, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициент сбега бревна, K	Ширина, $B_{\text{кл}}/d$	Толщина, $T_{\text{кл}}/d$
1,1	1,0954	0,1
1,2	1,1832	0,2
1,3	1,2649	0,3
1,4	1,3416	0,4
1,5	1,4142	0,5

Из табл. 1 видно, что относительная толщина среднего клина при коэффициенте сбега $K = 1,3$ равна 0,3. Это обозначает следующее:

$$T_{\text{кл}}/d = 0,3. \quad (4)$$

Тогда для бревен с вершинным диаметром 50 см толщина среднего клина в комлевой части составит

$$T_{\text{кл}} = 0,3 d = 150 \text{ мм},$$

аналогично ширина, будет равна

$$B_{\text{кл}} = 1,2649 d = 632,45 \text{ мм}$$

Для бревен с вершинным диаметром 14 см при сбеге $K = 1,3$ толщина среднего клина в его комлевой части составит $T_{\text{кл}} = 0,3 d = 42$ мм, а ширина будет равна $B_{\text{кл}} = 1,2649 d = 177,09$ мм.

Из данных таблицы 1 и выражений (2 и 3) видно, что толщина и ширина среднего клина в комлевом торце зависит от величины коэффициента сбега бревна, его вершинного диаметра и увеличивается с их ростом.

В табл. 2 представлены данные расчетов по выходу пилопродукции при распиловке хвойных бревен параллельно продольной оси (поставы 1, 3, 5) и параллельно образующей (поставы 2, 4, 6).

Составление поставов на распиловку бревен параллельно продольной оси и параллельно образующей велось с помощью известных графиков [2, 3].

Отметим, что при расчетах во всех поставках за форму бревна был принят усеченный параболоид.

В таблице 2 показаны размеры выпиливаемых досок и объемный выход хвойных (кроме лиственницы) обрезных пиломатериалов при их оптимальных ширинах и длинах, а также при ширинах и длинах, соответствующих требованиям ГОСТ 24454-80 "Пиломатериалы хвойных пород. Размеры".

Анализируя данные, полученные в сравниваемых способах раскроя, отметим, что при переходе от оптимальных размеров ширин досок к стандартным может наблюдаться небольшое изменение (увеличение или уменьшение) объемного выхода.

Таблица 2

$d = 18 \text{ см}; \text{сбег} = 1 \text{ см/м}; D = 22 \text{ см}; L = 4 \text{ м}; t = 2 \text{ мм}; W = 20\%$								
Постав 1 (распиловка параллельно продольной оси)								
Количество	Толщина, мм	Ширина, мм		Длина, м		Выход пиломатериалов, %		Коэффициент сбega необрезных досок
		Оптимальная	По стандарту	Оптимальная	По стандарту	Оптимальных размеров	Стандартных размеров	
2	44	154,23	150		4	41,89	40,74	1,237
2	32	85,43	75	3,65	3,75	15,39	13,89	1,424
Итого:						57,28	54,63	
Постав 2 (распиловка параллельно образующей)								
2	44	154,23	150		4	41,89	40,74	1,163
2	32	76,78	75		4	15,17	14,81	1,122
Итого:						56,06	55,55	
6	25	из среднего клина			4		8,05	
Всего:							63,6	
$d = 20 \text{ см}; K = 1,2; D = 24 \text{ см}; L = 5 \text{ м}; t = 2 \text{ мм}; W = 20\%$								
Постав 3 (распиловка параллельно продольной оси)								
2	44	177,2	175		5	40,68	40,18	1,211
2	25	136,2	125		5	17,77	16,31	1,301
2	19	86,4	75	4,24	4,25	7,27	6,32	1,579
Итого:						65,74	62,82	
Постав 4 (распиловка параллельно образующей)								
2	40	181,3	175		5	37,85	36,53	1,15
2	25	144,7	150		5	18,89	19,57	1,121
2	19	88,8	75		5	8,81	7,44	1,106
Итого:						65,55	63,54	
7	25	из среднего клина					8,01	
Всего:							71,55	
$d = 22 \text{ см}; K = 1,2; D = 26,4 \text{ см}; L = 5 \text{ м}; t = 2 \text{ мм}; W = 20\%$								
Постав 5 (распиловка параллельно продольной оси)								
2	44	214,6	200		5	40,72	37,95	1,209
2	32	147,9	150		5	20,42	20,7	1,294
2	19	95,3	100	4,26	4,25	6,66	6,96	1,6
Итого:						67,80	65,61	
Постав 6 (распиловка параллельно образующей)								
2	44	214,6	200		5	40,72	37,95	1,153
2	32	147,9	150		5	20,42	20,70	1,119
2	19	77,2	75		5	6,32	6,14	1,103
Итого:						67,46	64,79	
7	22	из среднего клина					7,36	
Всего:							72,15	

Объемный выход обрезных специфицированных пиломатериалов в основном поставе обоих способов распиловки отличается незначительно.

Структура поставов при распиловке бревен одинаковых размеров различными способами схожа, однако, толщина и ширина самой крайней доски поставы, наружная пласть которой находится в параболической зоне, при распиловке параллельно продольной оси будут немного больше за счет использования сбеговой зоны бревна. Такая же доска, выпиленная параллельно сбегу, будет иметь несколько меньшую ширину и толщину, но будет равна длине бревна, поэтому предприятиям, вырабатывающим длинномерные обрезные пиломатериалы и заготовки, экономически выгодно вести распиловку бревен этим способом. Необрезные доски в поставках 1, 3, 5 имеют больший коэффициент сбега, чем аналогично расположенные в поставках 2, 4, 6, следовательно, при выпилке обрезных досок в первом способе раскроя бревен кусковых отходов будет больше.

Как показали проведенные расчеты, дополнительный постав на продольную распиловку среднего клина перпендикулярно его пропиленным пластям позволяет получить до 8% (от объема бревна) обрезных клиновидных пиломатериалов. Это в конечном итоге повышает общий объемный выход обрезной пилопродукции, уменьшает объем кусковых отходов и способствует рациональному использованию сырьевых ресурсов, хотя несколько увеличивает трудозатраты.

Продольную распиловку среднего клина, выпиленного из бревен больших диаметров, предпочтительно вести перпендикулярно его пропиленным пластям, начиная с комлевой стороны. В этом случае будут получаться обрезные клиновидные пиломатериалы, из которых после сушки и фрезерования кромок можно склеивать щиты различного назначения. Раскрой среднего клина на обрезные клиновидные пиломатериалы можно производить как однопильными, так и многопильными круглопильными, ленточнопильными станками или тарными лесопильными рамами.

Средний клин, выпиленный из бревен мелких и средних диаметров, в необходимых случаях можно после сушки и фрезерования склеивать или соединять "вразнокомелицу" по пласти с последующей обрезкой (или фрезерованием кромки) на ширину клина в вершинном торце, а далее (при необходимости) склеивать по кромке в щиты.

Следует отметить, что полученный средний клин и сам по себе может являться заготовкой для некоторых деталей домостроения.

Проведенные исследования создают основу решения практических задач по рациональному раскрою бревен параллельно образующей на ленточнопильных и круглопильных станках.

Способ раскроя сырья оказывает значительное влияние на объемный выход пилопродукции, что необходимо учитывать в практике лесопиления при расчете баланса раскроя пиловочного сырья, а также при выборе основного бревнопильного оборудования и оборудования для утилизации кусковых отходов.

Библиографический список

1. Уласовец В.Г. Теоретическое обоснование раскроя боковой зоны пиловочника на пиломатериалы: дисс. ... д-ра техн. наук /Уласовец Вадим Григорьевич. - Екатеринбург, 2005. - 325 с.

2. Уласовец В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов: учеб. пособие для вузов / В.Г. Уласовец. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. - 510 с.

3. Уласовец В.Г. Расчет оптимальных размеров пиломатериалов, получаемых при раскрое бревен параллельно образующей / В.Г. Уласовец // Деревообработ. пром-сть. - 2005. - № 3. - С. 7 - 10.

Федоренчик А.С., Протас П.А. (БГТУ, г. Минск, РБ)
fedor@bstu.unibel.by, Protas77@rambler.ru

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

COMPLEX UTILIZATION OF LOGGING WASTE PRODUCTS MANUFACTURE IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Республика Беларусь по площади земель лесного фонда, которая составляет 9,33 млн. га (из них покрытые лесом земли – 7,81 млн. га или 83,7%) занимает 9-е место в Европе. Леса в республике являются исключительной собственностью государства и в соответствии с экономическими, экологическими и социальными функциями разделены на леса первой (50,9%) и второй (49,1%) групп. К лесам второй группы относят эксплуатационные леса, которые являются основным источником древесины и других лесных продуктов. К 2015 г. ожидается, что леса II группы будут занимать около 56% площади лесного фонда.

Национальный запас корневой древесины в лесах Беларуси в 2007 году составил 1414 млн. м³ с ежегодным средним приростом чуть менее 30 млн. м³, запас спелых и перестойных древостоев равен 162,5 млн. м³. Запасы древесины на одного человека (130,4 м³) в 2,2 раза выше средневропейского уровня. Лесистость территории страны на 3% превзошла средневропейский уровень и составляет 37,7%. Динамика лесистости Беларуси и ее прогноз до 2015 года представлены на рисунке.

Средний запас древесины по всем группам возраста на 1 га составляет 174 м³ (спелых и перестойных насаждений – 243 м³), ежегодный прирост на 1 га покрытой лесом площади – 3,58 м³.

Основные лесообразующие породы сгруппированы в хозяйства: хвойные – 60%, твердолиственные – 4% и мягколиственные – 36% общего запаса. Породный состав лесов Беларуси не соответствует оптимальному, площади твердолиственных насаждений в 1,5–2 раза ниже естественных возможностей, а доля хвойных пород к 2015 году должна возрасти до 73% при снижении мягколиственных до 22% [1].

В целом на долю крупной от общего объема заготавливаемой древесины по рубкам главного пользования приходится 18%, средней – 42%, мелкой – 13%, дров –

27%. Выход пиловочника составляет 62,1%, фансырья – 7,6%, балансов – 29,4%, техсырья – 0,9%.

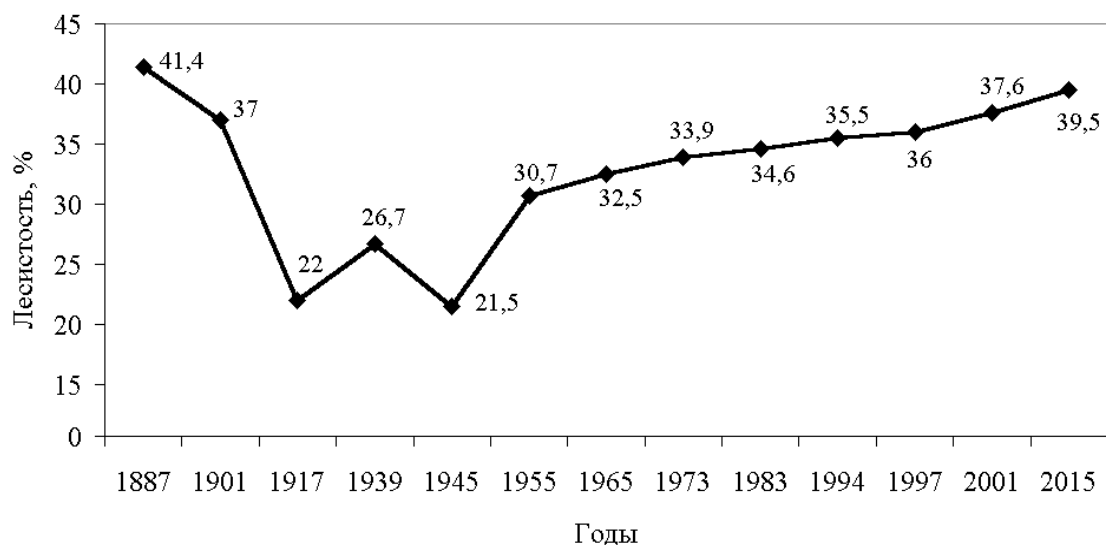


Рисунок – Динамика лесистости Беларуси и ее прогноз до 2015 года

В 2005 году расчетная лесосека по главному пользованию достигла 7,18 млн. м³, но была недоиспользована на 27,4% или 1,97 млн. м³. По прогнозным данным объем ежегодной заготовки древесины на рубках главного пользования в 2011 году составит 7,9 млн. м³, а к 2015 году – около 9,8 млн. м³.

Сегодня леса Беларуси являются одним из главных природных возобновляемых сырьевых ресурсов страны, которые уже в настоящее время полностью удовлетворяют потребности лесного комплекса республики и в перспективе представляют собой высокий экспортный потенциал.

Состояние экономики любого государства, его энергетическая безопасность во многом определяются эффективностью использования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Особую актуальность эта проблема приобретает для Республики Беларусь, которая в среднем за год потребляет энергии в эквиваленте 33 млн. тонн условного топлива и только на 15% обеспечивается собственными ресурсами. На закупку недостающих энергоносителей и электроэнергии расходуется свыше 2 млрд. долларов США в год, что составляет около 30% объема всего импорта республики и делает ее экономику зависимой от внешних факторов. Вместе с тем Беларусь обладает возрастающим лесосырьевым потенциалом и развитым лесопромышленным комплексом, на предприятиях которого ежегодно образуется значительное количество древесных отходов (3,7 млн. м³), которые с низкокачественной древесиной (4,5 млн. м³) могут быть вовлечены в топливно-энергетический баланс страны и обеспечить в перспективе до 10% потребностей в энергетических ресурсах против сегодняшних 3%.

Основными причинами не использования отходов, образующихся при рубках главного и промежуточного пользования в количестве от 4 до 30 м³ на 1 га лесосек, являются их рассредоточенность на значительной территории и отсутствие экономически эффективных технологий и оборудования для их сбора, измельчения и транспортировки к местам утилизации.

Учитывая устойчивые тенденции роста потребления древесных ресурсов в развитых лесных странах, а также сложившийся глобальный баланс углекислого газа для выполнения основных требований климатической конвенции и предотвращения «парникового эффекта» наиболее перспективными в настоящее время являются технологические процессы, в основе которых лежат комплексные методы производства лесопроductии. Данные методы предусматривают одновременную заготовку деловой и дровяной древесины с последующей утилизацией древесных отходов, которые образуются на различных фазах лесозаготовительного процесса и могут быть вовлечены в топливно-энергетический баланс страны [2].

Сформулированный подход наряду с получением энергетического и технологического сырья позволяет:

- достигнуть комплексного и рационального использования промежуточных продуктов и образующихся отходов;
- обеспечить ведение лесохозяйственной и лесозаготовительной деятельности на принципах устойчивого лесопользования и лесосохранения, улучшить экологическую обстановку и санитарное состояние лесов;
- уменьшить региональную зависимость от привозного топлива;
- стимулировать развитие лесного машиностроения на создание специализированных лесных машин, обеспечивающих выполнение комплекса технологических операций.

Анализ существующих и перспективных технологий применяемых как в республике, так и за рубежом позволил выявить основные способы использования лесосечных отходов.

I. Сбор отходов в кучи и валы с последующим их измельчением на щепу в условиях лесосеки (на пасеке, погрузочном пункте) или терминала (промежуточного склада) и дальнейшей вывозкой щепы к потребителям.

II. Сбор отходов в кучи и валы с последующим их прессованием в тюки и перевозкой последних к потребителям.

III. Внедрение малоотходных технологий лесозаготовок, предусматривающих вовлечение в сферу производства не менее 80% наземной биомассы дерева путем:

- технологии заготовки на лесосеке из целых деревьев топливной (технологической) щепы;
- технологии заготовки на лесосеке полухлыстов или сортиментного долготья из комлевой части дерева и топливной (технологической) щепы из вершинной части деревьев без удаления кроны;
- технологии заготовки на лесосеке сортиментов из стволовой части диаметром до 10 см и щепы или прессованных пакетов (из сучьев, ветвей и вершин);
- технологии заготовки на лесосеке товарных хлыстов (сортиментов) из крупномерных и средней крупности деловых деревьев и щепы из сучьев, вершин, удаляемых с деловых деревьев, и из тонкомерных и других деревьев, непригодных для заготовки деловых сортиментов, в том числе и путем двухстадийной рубки древостоя одной или разными системами машин.

В целях реализации указанных технологий с участием кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок БГТУ в Республике Беларусь налажен выпуск различных лесозаготовительных машин: специализированных форвардеров МЛПТ-354, МЛ-131, МЛ-131-05, МЛПТ-364, АМКОДОР 2661; прицепных форвардеров МПТ-461.1, МТПЛ-5-11,

АМКОДОР 2652; харвестеров МЛХ-424, МЛХ-434, МЛХ-1221, АМКОДОР 2551; тракторов для чокерной и бесчокерной трелевки древесины МЛ-127, МЛ-127С, ТТР-401М, АМКОДОР 2243, АМКОДОР 2243В; мобильных рубильных машин АМКОДОР 2902, МР-25, МР-40; лесовозных автопоездов-сортиментовозов МАЗ 6303-026, МАЗ 630308-227 и щеповозов МАЗ-950600-030, МАЗ-856102-010, САТ-105, САТ-119-02 и др.

В республике принята Программа по производству лесохозяйственной и лесозаготовительной техники и оборудования на 2006–2010 годы.

На ряде предприятий (Вилейский лесхоз, Городокский лесхоз, Витебская лесопилка и др.) данные процессы внедрены в производство и многие уже практически готовы к их внедрению. Например, в Вилейском лесхозе наряду с заготовкой деловых сортиментов по традиционным технологиям, из отходов лесозаготовок и низкокачественной древесины ежегодно производится плотных 60 тыс. м³ топливной щепы. Для этих целей с участием авторов разработаны система машин, технология получения, хранения и доставки древесного топлива на Вилейскую Мини-ТЭЦ [3]. Стоимость 1 тонны условного топлива при этом составляет 82–94 доллара США при рентабельности производства 8–15%.

Однако необходимо отметить, что использование биомассы лесосечных отходов для дальнейшей переработки имеет также определенные трудности ввиду: технической и экономической недоступности (малая концентрация, большие транспортные затраты); засоренности сучьев минеральными примесями, которая в неблагоприятные периоды может достигать 25% общей массы. Перечисленные недостатки влекут за собой низкий спрос на данный вид отходов как технологического и топливного сырья.

В этом случае вторым актуальным направлением в Беларуси использования лесосечных отходов является их применение в качестве местного дорожно-строительного материала при прокладке лесовозных усов и укреплении трелевочных волоков, что особенно целесообразно на лесосеках с низкой несущей способностью грунтов. В Беларуси грунты III и IV типов местности с несущей способностью 15–60 кПа составляют около 30% лесосечного фонда. Осваивать лесосеки на таких участках возможно в очень засушливое лето или зимой, когда грунт промерзает.

В республике, как уже отмечалось, ежегодно происходит недоиспользование выделенного по лимиту лесосечного фонда, что в значительной степени связано и с трудностями освоения лесосек из-за низкой несущей способности грунтов.

Применение отходов лесозаготовок в качестве укрепляющего слоя для лесных транспортных путей существенно повысит проходимость лесозаготовительных машин и, тем самым, позволит обеспечить дополнительные объемы заготовленной древесины, сократив при этом часть круглых лесоматериалов, используемых для строительства временных транспортных путей. Перемещение трелевочных машин по волокам на влажных грунтах характеризуется значительным колееобразованием, вследствие чего увеличивается сопротивление движению машины, снижается производительность и в целом рентабельность лесозаготовок. На волоке, укрепленном отходами лесозаготовок, образование колеи после 15–20 проходов уменьшается в 1,5–2 раза, а при 3–5 проходах, колея практически не образовывается [4].

Проведенные расчеты показали, что в условиях лесозаготовок Республики Беларусь с учетом комплексного и рационального использования древесной биомассы возможно укреплять трелевочные волоки с толщиной выстилki 15–30 см. Наилучшие по-

казатели работоспособности укрепленного волокна при этом достигаются при сортиментном методе лесозаготовок с использованием колесных форвардеров.

Следует отметить также, что использование отходов лесозаготовок в качестве материала покрытия волокна улучшает экологические показатели лесных экосистем. Так, значительно снижается уплотнение почвы, повреждаемость корней растущих деревьев при выборочных рубках, при перегнивании порубочных остатков повышается плодородие почвы.

Реализация указанных направлений комплексного использования лесосечных отходов, малоценной и низкокачественной древесины, имеющих приоритет уже в настоящее время наряду с экологическим, приносит и существенный экономический эффект.

Библиографический список

1. Полоник С. С. Лесные ресурсы Беларуси: анализ, оценка, прогноз / С. С. Полоник. – Минск: НИЭИ Мин-ва экономики Респ. Беларусь, 2005. – 248 с.
2. Федоренчик А.С., Ледницкий А.В., Хотянович А.И. Анализ технологий и оборудования для утилизации отходов лесозаготовок // Труды БГТУ. Сер. VII. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2004. – Вып. XII. – С. 267–271.
3. Ледницкий А.В., Корзун И.И., Федоренчик А.С. Экономическая эффективность производства топливной щепы для мини-ТЭЦ г. Вилейка // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2006. – Вып. XIV. – С. 255–258.
4. Протас П.А. Оценка влияния лесозаготовительных машин на лесные почвогрунты // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2003. – Вып. XI. – С. 99–103.

Швец А. В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ЛЕСОЗАГОТОВКАМ НУЖНЫ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

NEW TECHNOLOGIES ARE NECESSARY TO TIMBER CUTTINGS

Лесная индустрия России постепенно выходит из затяжного экономического кризиса, особенно ощутимо давшего себя знать в лесозаготовительной подотрасли. По данным за 2006 год, в Свердловской области объемы рубки леса упали до уровня 7,5–8 млн. м³, по сравнению с 1990 годом, когда объем лесозаготовок, составлял 18–20 млн. м³. Область, имевшая 20 лет назад самый высокий потенциал лесопромышленного производства, сегодня по объему лесозаготовок занимает 10 место в России.

Подотрасль лесозаготовок на сегодня является самой проблемной в отрасли; здесь наибольший износ основных фондов, наименьшая зарплата, наибольшая текучесть кадров, более 60% предприятий убыточны, инвестиции в подотрасль минимальны.

Причин этого несколько, но одна из них это – устаревшие технологии. Существующие сегодня технологии заготовки и производства круглых лесоматериалов про-

должения не имеют, т. к. доказали свою убыточность в новых условиях экономических отношений. Необходимость освоения новых, экономически целесообразных технологий, технологий, отвечающих всем лесоводственным требованиям, признается всеми лесозаготовителями. При этом импортируемые технологии сортиментных заготовок на основе многооперационных машин не узаконены, по крайней мере в Уральском регионе. [3]. Тем более что российские лесозаготовители, в основном, вывозили лес в хлыстах, как это и происходит сейчас в Америке и Канаде.

Применение на вывозке сортиментов автопоездов с навесными гидроманипуляторами экономически не оправдано и выгодно только лесным ворам, но не леспромхозам с объемом вывозки более 200 м³ в год. Стоимость каждого манипулятора составляет половину стоимости самого автомобиля, при этом снижается нагрузка на рейс, у автомобилей КамАЗ на 7,9...16,4 %, у автомобилей Урал – на 21,5...31,2 % [1]. Экономический анализ такой вывозки при больших объемах заготовок показывает убыточность этой технологии.

Предлагаемая нами технология лесозаготовок, транспорта леса, раскряжевки, сортировки и штабелевки круглых лесоматериалов, а затем и пиломатериалов, отгрузки круглых лесоматериалов и транспортных пакетов пиломатериалов ориентирована на внедрение манипуляторных машин на всех этих фазах техпроцесса [4]. При этом предполагается использование единой базовой модели с универсальными свойствами, следовательно, с однотипными узлами и механизмами, что облегчит и удешевит условия эксплуатации и ремонта, сократит бесчисленные потери на поиск и замену вышедших из строя узлов. Применение таких машин на всех фазах технологического процесса и переделах работ заготовки леса и производства круглых лесоматериалов может кардинально, при минимальных капиталовложениях разрешить проблему технического перевооружения предприятий отрасли.

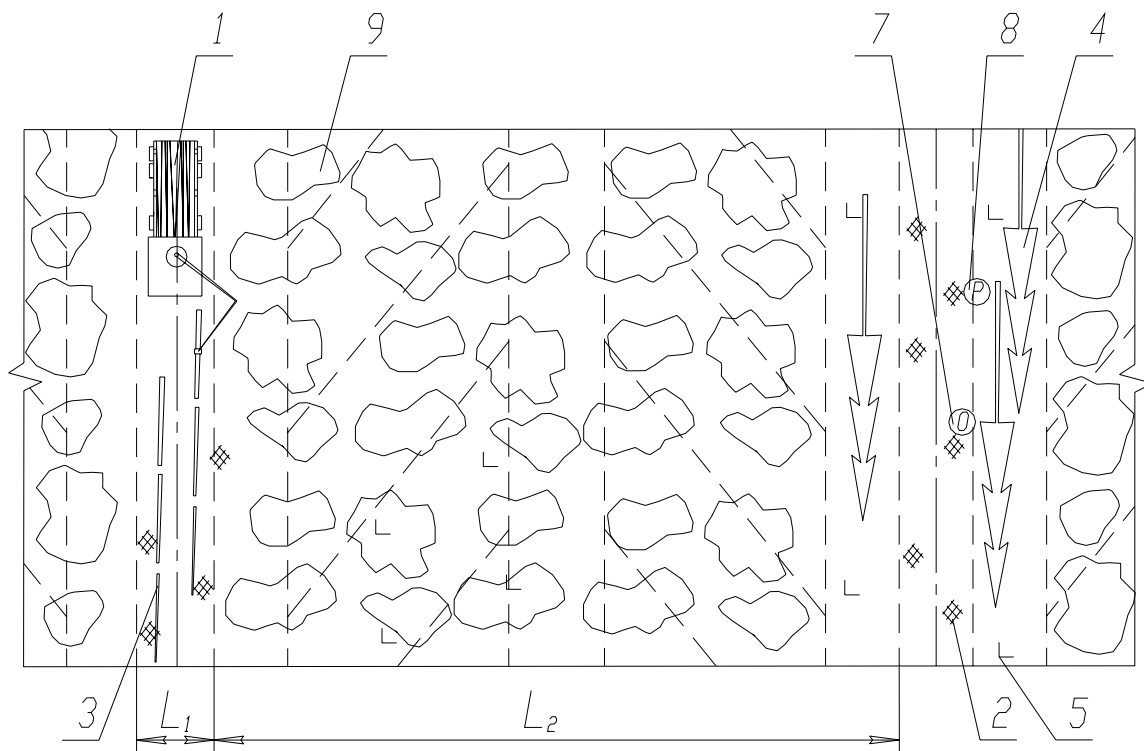
Валочно–пакетирующие, валочно–трелевочные, трелевочные машины, харвестеры и процессоры, погрузчики, автолесовозные поезда с манипуляторами, автоматизированные транспортеры типа ЛТ–86Б или ЛТ–182, крановое хозяйство, возможно заменить универсальным манипуляторным механизмом. Такой универсальный механизм поможет вернуть рентабельность подотрасли заготовки и производства круглых лесоматериалов. В результате теоретических расчетов установлено, что универсальная манипуляторная машина должна иметь определенные технические параметры: вылет манипулятора в пределах 10...11 м с грузовым моментом 130...150 кНм, желательно в полноповоротном варианте.

Гидроманипулятор с такими параметрами, БАКМ–1600, выпускается в г. Балашиха, но нет достаточно надежной базовой машины для него. Имеются варианты манипуляторных машин, в том числе харвестеров и форвардеров, выпускаемых белорусским объединением «АМКАДОР», которые хорошо адаптированы к условиям Урала.

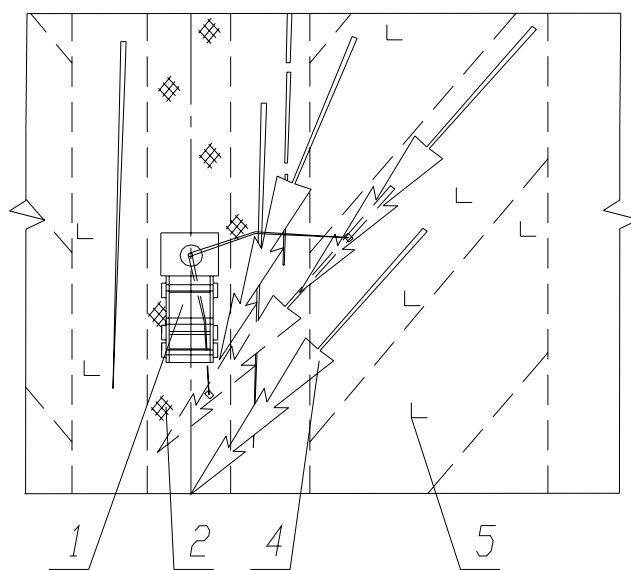
Рассмотрим возможности применения подобных машин на различных фазах технологического процесса заготовки, вывозки и первичной переработки леса.

С применением универсальной манипуляторной машины технология лесосечных работ будет функционировать по следующей схеме (рис. 1). После разрубки пасечного волока и обрезки сучьев трелевочный тягач с манипулятором проходит по волоку и укладывает хлысты вдоль волока. Они будут играть роль подкладочного хлыста. После валки деревьев трелевочный тягач с манипулятором подтаскивает их и укладывает

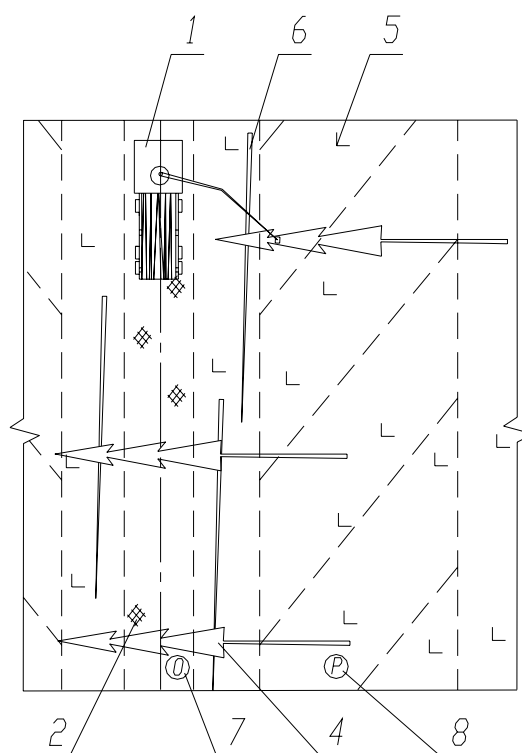
на подкладочный хлыст. Обрезчик сучьев обрезает сучья и верхинки, а полученные хлысты либо вытрелевываются тягачом с манипулятором, либо раскряжевываются на сортименты, после чего вывозятся на погрузочную площадку. Благодаря этому способу разработки пасеки можно увеличить ее ширину L_2 до 46,5 метров (рис. 1а) и уменьшить количество волоков. По данной схеме, можно проводить сплошные рубки и рубки промежуточного пользования, заготавливать, как хлысты, так и сортименты.



а



б



В

Рисунок 1 – Применение универсального манипулятора на лесосечных работах:
 1 – универсальная манипуляторная машина; 2 – порубочные остатки;
 3 – сортименты; 4 – поваленное дерево; 5 – пень; 6 – хлыст; 7 – обрезчик сучьев;
 8 – раскряжевщик; 9 – растущее дерево

В отличие от работы харвестерной системы машин, данная система поможет более рационально использовать древесину на лесосеке, т. к. в зимнее время харвестерная головка не может полностью опуститься к комлевой части дерева и практически постоянно остается пень высотой около 50 сантиметров.

Погрузка хлыстов или сортиментов в автопоезда на погрузочной площадке может производиться тем же манипуляторным погрузчиком. При этом могут быть реализованы различные схемы обработки лесоматериалов на верхнем складе: рассортировка хлыстов по породам, раскряжевка с использованием манипулятора, сортировка круглых лесоматериалов в процессе штабелевки, а затем и погрузки на автопоезд.

С целью общей оценки эффективности вывозки сравним производительности автопоездов, оборудованных гидроманипуляторами и безманипуляторных автопоездов. В технологии применения автопоездов без манипуляторов возможны два варианта погрузки сортиментов (хлыстов): погрузка челюстным перекидным погрузчиком, либо погрузка манипуляторным погрузчиком повышенной грузоподъемности. Опыт использования этих типов погрузчиков показывает их идентичность по производительности, но маневренность манипуляторного погрузчика выше.

В связи с существенным снижением грузоподъемности автопоездов, оборудованных гидроманипуляторами, могут применяться их сочетания с обычными автопоез-

дами. При такой организации вывозки автопоезда с манипуляторами грузят лесовозные автопоезда без манипуляторов, а затем себя. Рассмотрим три различные бригады автопоездов. В первой бригаде используются 4 автопоезда без манипуляторов (погрузка осуществляется отдельным манипуляторным или челюстным погрузчиком), во второй – 2 автопоезда без манипуляторов и 2 с манипуляторами, в третьей – 4 автопоезда с манипуляторами.

Сменная производительность манипуляторных автопоездов:

$$P_{см} = \frac{(T_{см} - T_{пз} - T_{отл}) * C * Q_{пол}}{T_{дв.гр.} + T_{дв.хол.} + T_{погр.} + T_{разгр.}} \quad (1)$$

где: $T_{см}$ – число часов работы в смену, час;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, час;

$T_{отл}$ – время на отдых и личные надобности, час;

C – коэффициент использования рабочего времени;

$Q_{пол}$ – полезная нагрузка на рейс, м³;

$T_{дв.гр.}$ – время движения автопоезда с грузом, час;

$T_{дв.хол.}$ – время движения автопоезда без груза, час;

$T_{погр.}$ – время на погрузочные работы, час;

$T_{разгр.}$ – время на разгрузочные работы, час.

Как видно из графика производительности, (рис. 2), наибольшую сменную производительность имеет бригада, состоящая из автопоездов без манипуляторов загружаемых манипуляторным мобильным погрузчиком. Это связано с большей полезной нагрузкой на рейс, чем у автопоездов, оборудованных гидроманипуляторами. Наименьшую сменную производительность имеет бригада, состоящая как из манипуляторных, так и безманипуляторных автопоездов. Это обусловлено, в первую очередь, повышением времени на погрузочно–разгрузочные работы двух автопоездов, оснащенных манипуляторами. Производительность безманипуляторных автопоездов выше, чем манипуляторных в любой их комплектации. Следовательно, на погрузке сортиментов целесообразен мобильный колесный лесопогрузчик с манипулятором, перемещающийся между лесосеками и погрузочными пунктами самостоятельно, без использования тягача и трейлера.

Отметим, что в расчетах не учитывались более высокие скорости движения безманипуляторных автопоездов как в грузовом, так и в порожнем направлениях. Время движения автопоездов в грузовом и порожнем направлении взято опосредованным для магистралей, веток и усов без учета графика движения поездов. Тем не менее, такая упрощенная схема анализа работы бригад позволяет сделать некоторые выводы.

Очевидно, что с истощением сырьевых баз действующих лесопромышленных предприятий необходимость в мобильном манипуляторном погрузчике будет возрастать.

Весьма перспективны также манипуляторы на нижнем складе. Универсальный манипулятор может применяться при разгрузке автопоездов, в составе раскряжевочно–сортировочных линий, при выполнении штабелевочно–погрузочных работ, в том числе и при загрузке вагонов РЖД, на цеховых и межцеховых операциях.

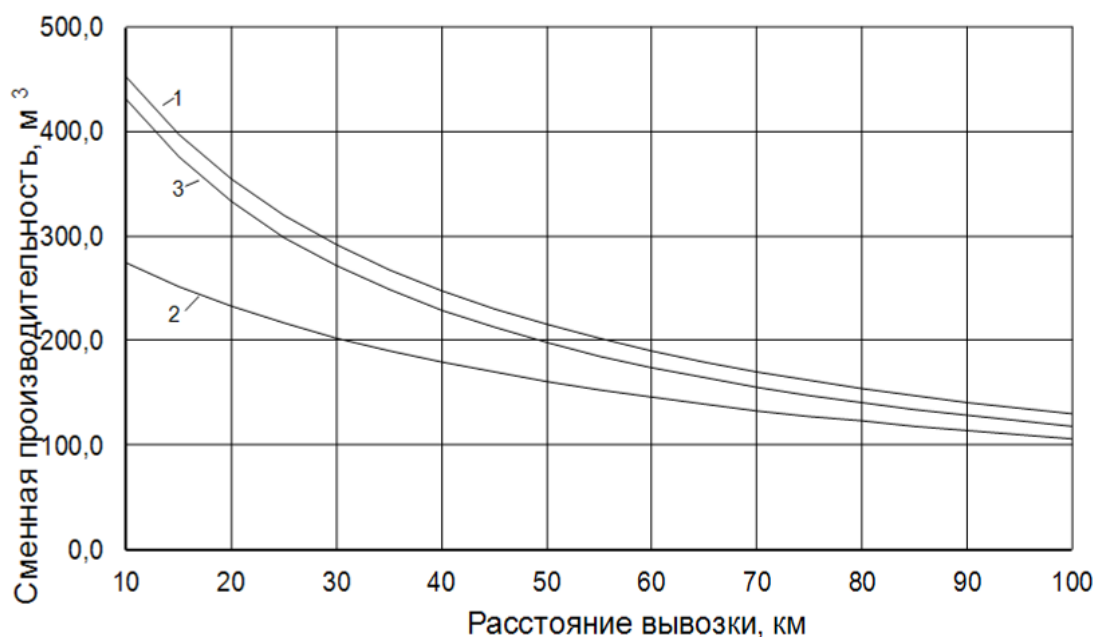


Рисунок 2 – Сменная производительность бригады автопоездов на вывозке леса:
 1 – четыре автопоезда без манипуляторов; 2 – два автопоезда без манипуляторов, два автопоезда с манипуляторами; 3 – четыре автопоезда с манипуляторами

Раскряжевка хлыстов на механизированных нижних складах в настоящее время ведется на полуавтоматических линиях и установках, обеспечивающих годовую производительность порядка 80...110 тыс м³.

Полуавтоматические линии ЛО–15А, установки гидрофицированные ЛО–113, раскряжевочные установки ЛО–68 и другие линии с продольной подачей хлыстов под пилу имеют в своем составе также сортировочные транспортеры со сбрасывателями различного типа. Все эти раскряжевочные комплексы имеют весьма сложные и металлоемкие узлы, занимающие большие площади, они сложны в эксплуатации, обслуживании и ремонте.

Место сортировочных транспортеров в составе полуавтоматических линии может занять универсальный манипулятор. Сопоставление расчетных производительностей установки ЛО–15А на раскряжевке и универсального манипулятора на сортировке при среднем объеме хлыста 0,4 м³, количестве резов 5 и среднем цикле пиления на хлыст 21 с, среднем объеме бревна 0,08 м³ дает следующие результаты. Сменная производительность ЛО–15А составляет 240 м³, универсального манипулятора – при радиальной схеме – 124 м³; при фронтальной схеме – 50...81 м³, комбинированной – 103 м³. Следовательно, 2 манипулятора при радиальной или веерной расстановке лесонакопителей полностью обеспечат работу раскряжевочной установки [2].

На рисунке 3 представлена разработанная в УГЛТУ раскряжевочно-сортировочная установка на базе универсального манипулятора. В состав установки входят: гидрелебедка, гидроманипулятор, цепная пила, раскряжевочный лоток с механизмом разметки и комплект накопителей – до 8 штук, а при наличии короткомерной продукции может достигать 10 шт.

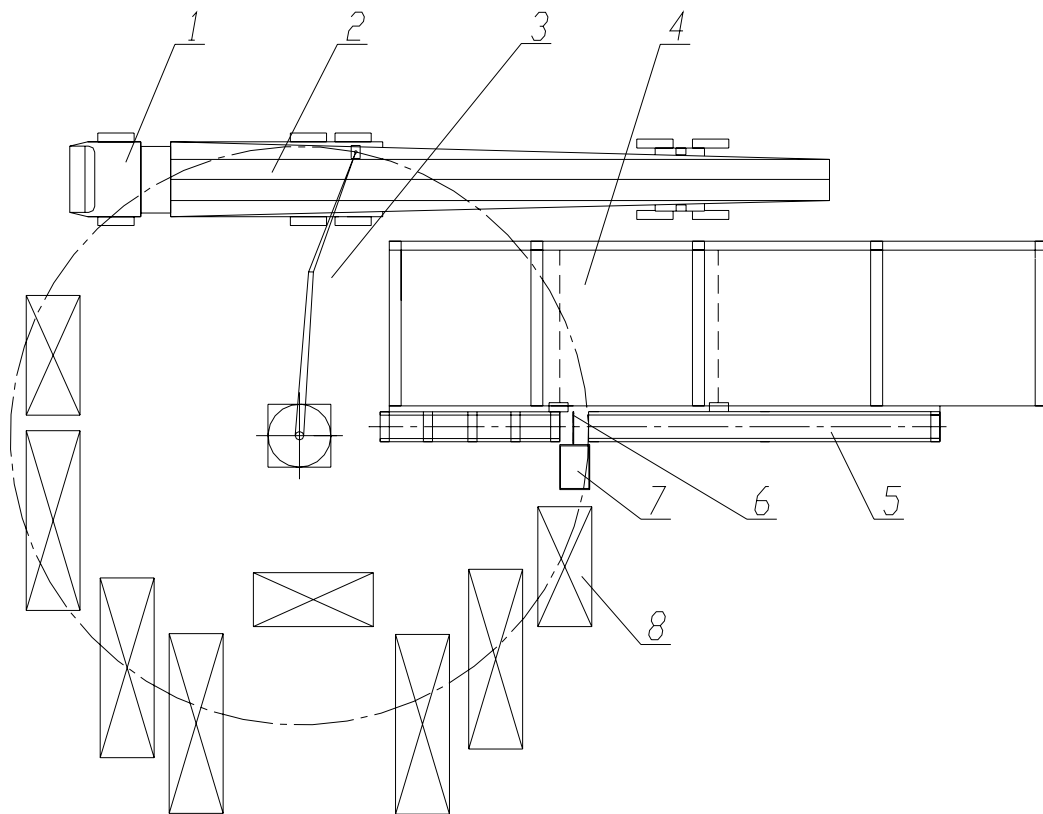


Рисунок 3 – Технологическая схема участка нижнего склада на базе универсального манипулятора: 1 – лесовоз; 2 – пакет хлыстов; 3 – универсальный манипулятор; 4 – накопитель хлыстов; 5 – раскряжевочный лоток; 6 – цепная пила; 7 – контейнер для отходов; 8 – накопитель для сортиментов

Анализ экономической эффективности использования универсальной манипуляторной машины производился путем сравнения классической системы машин и новой технологии лесозаготовки и производства круглых лесоматериалов.

В первой системе машин представлено классическое оборудование: на лесосечных работах – валка и обрезка сучьев осуществляется бензопилой Хускварна 262 на лесосеке, хлысты трелюются трактором ТТ-4, погрузка производится фронтальным погрузчиком ЛТ-188, вывозятся хлысты на автомобиле Урал 375+ропуск ГКБ-9383-011; на нижескладских работах автопоезда разгружаются краном ЛТ-62, раскряжевка осуществляется на раскряжевочной установке ЛО-15А, сортируются сортименты на транспортере ЛТ-182, штабелевка и отгрузка потребителям ведется краном ККС-10.

Вторая система машин отличается используемым в ней оборудованием, большинство работ ведется мобильным колесным погрузчиком манипуляторного типа: на лесосечных работах – валка и обрезка сучьев осуществляется бензопилой Хускварна 262 на лесосеке, трелевка ведется трелевочным тягачом с манипулятором повышенного вылета стрелы, погрузка ведется той же машиной, вывозятся хлысты на автомобиле Урал 375+ропуск ГКБ-9383-011; на нижнем складе автопоезда разгружаются мобильным колесным погрузчиком с манипулятором повышенного вылета стрелы, раскряжевка и сортировка осуществляется на раскряжевочной установке с использованием уни-

версального манипулятора, штабелевка и отгрузка потребителям осуществляется также с использованием универсальной манипуляторной машины.

Сравним экономическую эффективность этих двух систем машин, которая даст обоснование для выбора лучшего варианта.

Экономическая эффективность:

$$\text{Экон. эф-ть} = \frac{(C/C_1 - C/C_2) * Q}{(KB_2 - KB_1)} \quad (2)$$

где: C/C_1 – себестоимость 1 м³ для первой системы машин, руб./м³;
 C/C_2 – себестоимость 1 м³ для второй системы машин, руб./м³;
 KB_1 – капитальные вложения в первую систему машин, тыс. руб.;
 KB_2 – капитальные вложения во вторую систему машин, тыс. руб.;
 Q – объем производства, тыс.м³.

В результате вычисления экономической эффективности, установлено что технология, основанная на базе универсального манипулятора эффективнее традиционной на 24%.

Повсеместный переход на манипуляторную технику давно очевиден для развитых промышленных стран. С внедрением манипуляторов заканчиваются проблемы с ремонтом, содержанием и освидетельствованием кранового хозяйства, подкрановых путей, сокращаются промышленные площади складов, изживается травматизм.

Библиографический список

Андрианов, Ю. С. Обоснование рациональной технологии вывозки сортиментов и параметров самогружающихся транспортных средств (для условий Республики Марий Эл) [Текст]: автореф... канд. техн. наук. – Йошкар-ола: Марийск гос. техн. у-нт, 2000. – 20 с.

Добрачев, А. А. Гидроманипуляторы на нижнем складе [Текст] / А. А. Добрачев, А. А. Малышев, С. А. Овчинников // Лесной Урал. – 2003. – №1(3) – С. 26–27.

Гирев, Г. М. Состояние лесопромышленного комплекса Свердловской области и перспективы его развития [Электронный ресурс]. – Международный евразийский симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века». – http://symposium.forest.ru/article/2006/1_management/girev_01.htm.

Швец, А. В. Универсальный манипулятор как средство реструктуризации лесного комплекса [Текст] / А. В. Швец, А. А. Добрачев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Материалы IV всероссийской научн.–техн. конф. / Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2008. ч.2. С. 340–343.

Деревообработка в индустриальном и малоэтажном домостроении

Говоров Г.Г., Ветошкин Ю.И., Корюкова Ю.А.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

К ВОПРОСУ ОБ УТИЛИЗАЦИИ МЕЛКИХ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

TO THE QUESTION ON RECYCLING FINE WOOD WASTE

Из литературных источников и из промышленной практики известно, что в различных видах деревообработки образуется большое количество мелких древесных отходов, которые практически не находят применения и складываются в отвалы. Такое складирование мелких древесных отходов приводит к засорению больших земельных участков, ухудшает экологическую обстановку.

Количество отходов зависит от породы, сортности, размеров и влажности раскрягаемых пиломатериалов, характера готового изделия и составляет от 20 до 85% объема пиломатериалов. На разных предприятиях при выпуске однородной продукции количество отходов неодинаково. Это зависит как от используемых пиломатериалов, так и от технологии производства. Влажность отходов определяется влажностью обрабатываемой древесины. В зависимости от влажности отходы могут быть сухие (до 15%), полусухие (16 ... 30%), влажные (31% и более). Влажность отходов имеет большое значение для дальнейшего их использования, а также для учета.

По использованию мелких древесных отходов (опил, станочная стружка, дробленка и т.д.) предпринимались попытки получения плитных материалов: пьезотермопластики, лигноуглеводные древесные пластики, арболит, фибролит, опилкобетон. Однако для получения указанных материалов требуется размольное, сушильное, формирующее, транспортное оборудование. К тому же все эти материалы имеют высокую плотность и требуют использования цементов высоких марок.

Целью данных исследований являлось изучить возможность получения древесно-минерального композиционного материала из смеси мелких древесных отходов и щелочных силикатов.

Для приготовления древесно – минеральной композиции использовали древесные отходы (опил, станочная стружка) и жидкое стекло, с добавками инициатора твердения. В качестве инициатора использовался технический гексафторсиликат натрия.



Рисунок 1 – Теплоизоляционный материал в виде блоков и с использованием заполнения стенового пространства

Предлагаемый теплоизоляционный материал (рис. 1.) можно изготовить, используя любые мелкие древесные отходы (отходы лесопиления, станочная стружка) и щелочные силикаты. Смешивая указанные компоненты, получают текучую массу, которой можно заполнить межкирпичную кладку, любые пустоты в межкомнатных перегородках и других подобных конструкциях.

Влажность древесных частиц может быть 2 - 180%. Ограничений по количеству коры и гнили нет.

Сравнительная характеристика композиционного теплоизоляционного материала

Вид испытания	Композиционный Материал	Арболит, ГОСТ 19222
Плотность, кг/м ³	340	400
Конечная влажность, %	9	Не более 25
Предел прочности при сжатии, МПа	0,50	Не менее 0,50
Предел прочности при изгибе, МПа	0,48	0,7 – 1,0
Влагопоглощение, %	0,4	4 – 5
Биостойкость	Биостойкий	Биостойкий
Огнестойкость (потеря массы), %	8,87 (огнестойкий)	Огнестойкий
Теплопроводность, Вт/(м.К)	0,087	0,080 – 0,095

Результаты исследований по получению теплоизоляционного материала представлены на графиках (рис. 2 – 5).

На рисунке 2 представлена зависимость предела прочности при сжатии от количества вводимого в жидкое стекло гексафторсиликата натрия после суточной и трехсуточной выдержки при температуре 18-20°C. Полученные данные говорят о том, что предел прочности при сжатии увеличивается до 1,75 и 2,5 кг/см². В связи с этим можно рекомендовать добавлять в жидкое стекло гексафторсиликат натрия в количестве 10%.

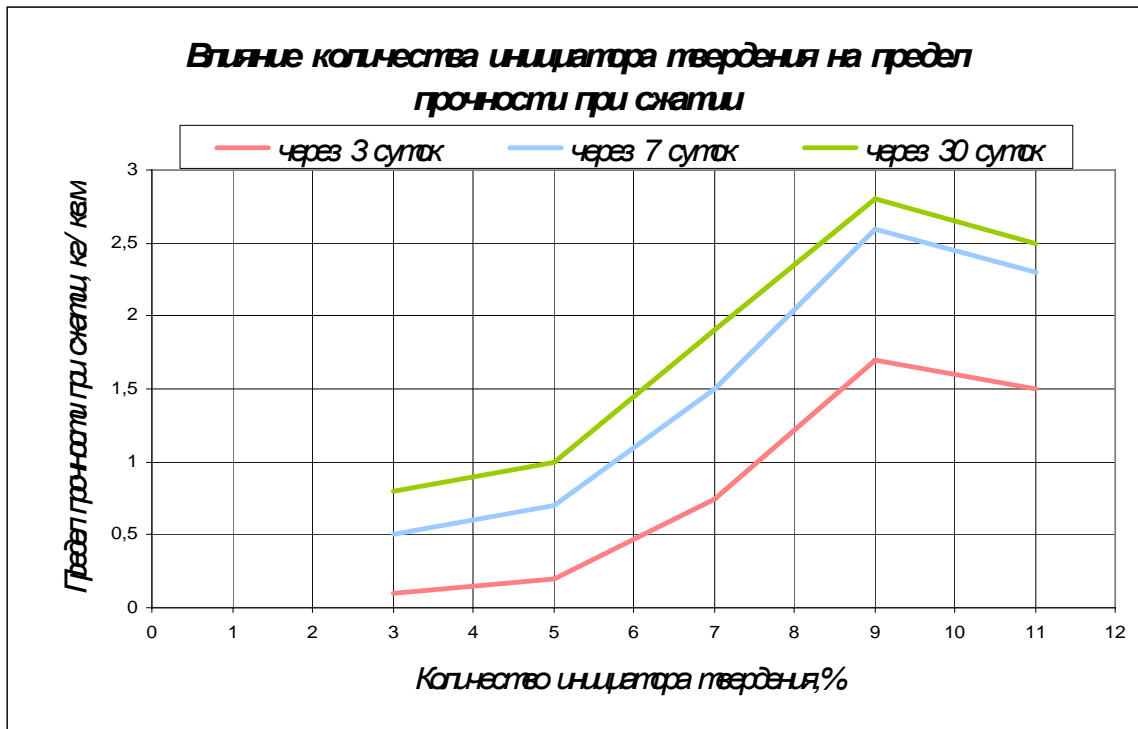


Рисунок 2 – Влияние количества инициатора твердения на предел прочности при сжатии

При изготовлении композиционного материала важное значение имеет определение соотношения древесного заполнителя и жидкого стекла чтобы получить достаточную прочность материала при сжатии.

Из рисунка 3 можно заметить, что $\sigma_{сж}$ напрямую зависит от количества жидкого стекла добавляемого в древесный заполнитель. Рассматриваемые соотношения (от 1:0,5 до 1:4) позволяют сделать вывод о том, что соотношение древесины к щелочному силикату 1:3 позволяют получить прочность материала при сжатии на уровне 9,8 кг/см².

Предел прочности при сжатии

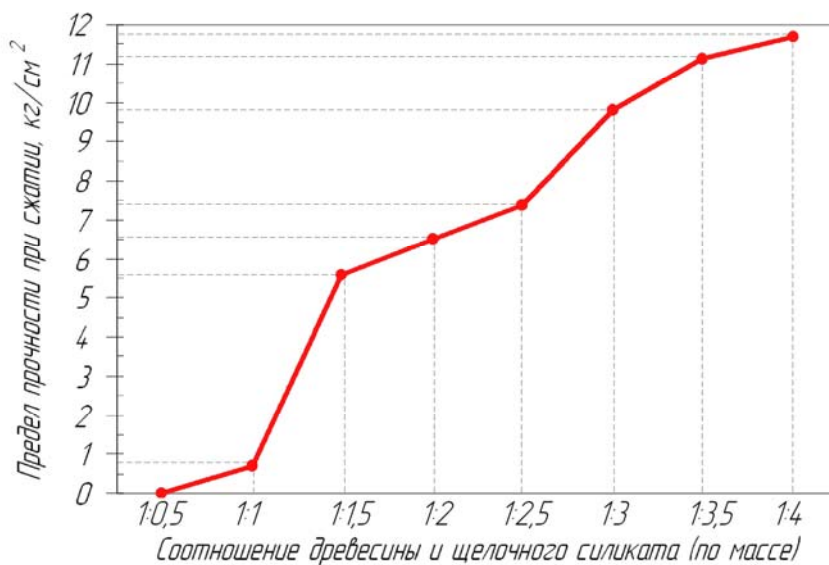


Рисунок 3 – Предел прочности при сжатии образцов полученного материала

На рисунке 4 представлена кривая обезвоживания жидкого стекла с добавкой гексафторсиликата натрия. Ясно видно, что влага удаляется из образца при температуре до 200°C. Сам образец представляет из себя сильнопористую, полупрозрачную массу, с коэффициентом рефракции 1,44 у стекла =1,477. в результате удаления влаги наблюдаются усадочные явления и вспучивание образца. При нагревании выше 200°C до 500°C не наблюдается изменений в микроструктуре образца.

На рисунке 5 представлены кривые влагопоглощения древесины сосны и композиционного материала. Опытные образцы изготавливались в соотношении 1:3 (древесно-щелочной силикат), но древесные частицы брались разной исходной влажности (2%; 8%; 80%; 240%) Видно, что влагопоглощение композиционного материала несколько хуже, чем сосны. Это можно объяснить тем, что композиционный материал состоит из, развернутой поверхности. Материал является открыто пористым. Повышение влагопоглощения у композиционного материала можно объяснить и тем, что по-видимому произошло неполное твердение геля кремнезема, который наверное не утратил способность поглощать влагу из воздуха.

Обезвоживание затвердевшего жидкого стекла с добавкой кремнефтористого натрия при нагреве.

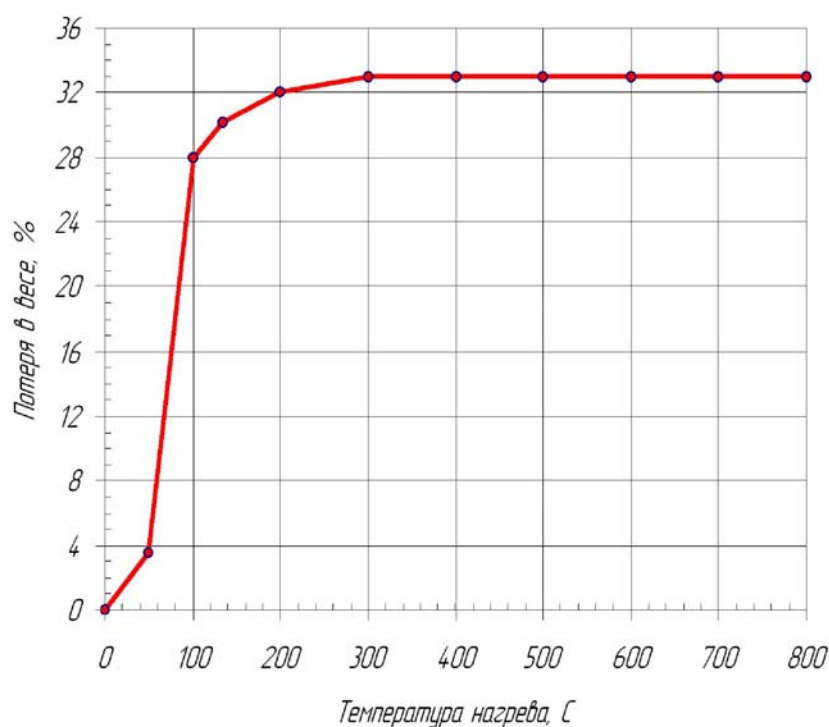


Рисунок 4 – Обезвоживание затвердевшего жидкого стекла с добавкой мелких древесных частиц с большой кремнефтористого натрия при нагреве

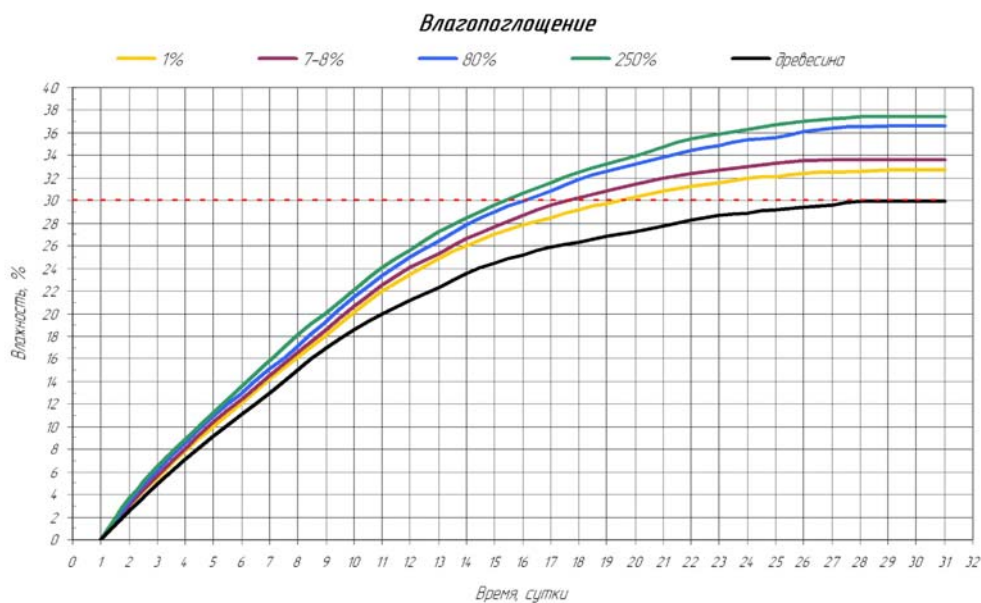


Рисунок 5 – Влагопоглощение испытуемых образцов материала

Выводы

1. Экспериментальные данные позволяют утверждать, что имеется возможность получить теплоизоляционный материал с использованием щелочных силикатов при соотношении древесины и щелочного силиката 1:3. В тоже время появляется возможность утилизировать мелкие древесные отходы в широком влажностном диапазоне и исключить образование свалок, нарушающих экологический баланс любой местности.
2. Добавление к щелочным силикатам гексафторсиликата натрия в кол-ве 10%, создает условия для более полного выделения геля кремнезема, который по мере обезвоживания цементирует древесный наполнитель.
3. Предел прочности при сжатии приближается к значению показателя для такого материала, как фибролит. Полученный композиционный материал транспортабелен и у него достаточная технологическая прочность, при сравнительно небольшой плотности (250-300 кг/м³).
4. Предлагаемый композиционный материал биостоек, экологически чистый, менее возгораемый, чем массивная древесина.
5. Предлагаемый теплоизоляционный материал (теплопроводность 0,087) можно использовать в домостроении для теплоизоляции межкомнатных перегородок.
6. С точки зрения изготовления данного материала, то его изготовление не требует сложного технологического оборудования.

Библиографический список

1. Бухаркин В.И., Свиридов С.Г., Умняков П.Н. Использование древесных отходов для производства арболита. – М.: 1975. – 192 с.
2. Вьюнков С.Н. Технология древесных плит с использованием связующего на основе жидкого стекла. – М.: 1999. – 151 с.
3. Коробов В.В. Комплексное использование низкокачественной древесины и отходов. – М.: 1973. – 241 с.

Рапинчук Д.Л., Шетько С.В., Янушкевич А.А.

(БГТУ, г. Минск, РБ) rapinchuk@mail.ru

НАПРАВЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЛЕЕНЫХ БРУСЬЕВ

DIRECTIONS OF RATIONAL PROCESSING OF WOOD IN MANUFACTURE OF GLUED BARS

В Республике Беларусь принята и успешно выполняется Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 гг. Результатом выполнения этой программы является создание и обустройство около 1500 агрогородков, строительство более 50 тыс. домов (квартир) [1].

Естественно, для решения этой задачи потребуются значительные инвестиции на приобретение конструкционных, теплоизоляционных, гидроизоляционных и др. материалов на выполнение строительно-монтажных работ.

С целью снижения капитальных затрат строительство жилья следует вести с использованием местного сырья и материалов, а также широко применять индустриальный подход в домостроении.

В Беларуси одним из распространенных конструкционных материалов в сельском домостроении является древесина, т.к. деревянный дом создает для человека экологически безопасную «среду обитания».

Беларусь является лесной державой – около 45 % территории республики занимают леса. Объем производства пиломатериалов составляет около 2,5 млн. м³ в год. Однако это не полностью удовлетворяет потребность в пиломатериалах для производства мебели, столярно-строительных изделий и других целей.

Для решения проблемы удовлетворения потребности страны в пиломатериалах без увеличения объема лесозаготовок необходимо создавать ресурсосберегающие технологии, обеспечивающие рациональную переработку древесного сырья.

В Белорусском государственном технологическом университете выполнен ряд исследований по совершенствованию технологии переработки пиловочного сырья, результаты которых приводятся ниже.

Первой и основополагающей операцией в производстве пиломатериалов на многопильном оборудовании является сортирование бревен.

Переход от сортирования бревен по четным диаметрам к распределению их по схемам распиловки позволяет обеспечить наибольший выход пиломатериалов целевого назначения при уменьшении количества сортировочных групп бревен и объемов операционного запаса сырья. Это в свою очередь позволит сэкономить трудо- и энергоресурсы, снизить объем «замороженных» оборотных средств [2,3,4].

Для осуществления сортировки бревен по поставкам создан автоматизированный измерительный комплекс для круглых лесоматериалов, который включает измеритель и ПЭВМ [5].

Измеритель состоит из двух линейных видеокамер с помещенными в центре объективов точечными источниками света и двух панелей с нанесенным на них свето-

возвращающим покрытием. Все это смонтировано на каркасе. Линейные видеокамеры сфокусированы на противоположные им панели со светоотражающим покрытием. Световые лучи от точечного источника света попадают на световозвращающее покрытие и возвращается назад в объектив, если измеряемый объект их не перекрывает. В основу принципа измерения положено фиксирование линейными видеокамерами двух теней объекта на световозвращающих покрытиях в сходящихся лучах и расчет с помощью ПЭВМ диаметра и объема бревна, а также особенностей его формы (сбег, закомелистость и т.п.). Информация о каждом бревне отображается на экране ПЭВМ и передается в модуль управления сортировочным устройством. Измеритель позволяет измерять бревна диаметром 6 – 60 см с погрешностью ± 2 мм.

Разработанное программное обеспечение позволяет определять объем бревен без учета коры с погрешностью не более 3%, что подтверждено опытными работами, проведенными в производственных условиях.

Разработанный измерительный комплекс с соответствующим программным обеспечением может использоваться как для обмера и учета пиловочного сырья, так и в качестве управляющего модуля на сортировочных установках для бревен и на бревно-пильном оборудовании для оптимизации раскроя. Кроме этого, он может применяться в составе раскряжевочной линии для раскроя хлыстов. В последнем случае обеспечивается раскрой хлыстов с учетом их индивидуальных особенностей на такие пиловочные бревна, распиловка которых обеспечит наибольший объемный выход пиломатериалов целевого назначения [6].

К пиломатериалам целевого назначения относят доски и заготовки радиальной распиловки, которые отличаются повышенной формоустойчивостью и применяются в производстве клееных брусьев для домостроения.

Клееный брус имеет ряд преимуществ по сравнению с массивными древесными материалами. Он изготавливается из высушенной древесины, менее подвержен неблагоприятным воздействиям (гниению, растрескиванию, поражению насекомыми и т.п.). Клееный брус обладает повышенной формоустойчивостью. Это способствует улучшению его эксплуатационных свойств при различных атмосферных условиях.

Радиальные пиломатериалы получают при распиловке бревен развальном-сегментным способом, при котором их выпиливают из центральной зоны и из двух брусьев, полученных из сегментной зоны.

Проведенные теоретические исследования [7, 8, 9] позволяют определить зоны радиальности и степень использования поперечного сечения при выпилке радиальных досок. На основании их результатов построена номограмма для составления схем раскроя на радиальные пиломатериалы заданных размеров, которые используются в производстве клееных брусьев [9].

Результаты исследований легли в основу разработки программного обеспечения для компьютерного моделирования раскроя бревен на радиальные пиломатериалы. С использованием созданного программного обеспечения выполнены проектирование и анализ схем раскроя бревен различных диаметров на радиальные пиломатериалы по спецификации для клееных брусьев.

Таким образом, в результате выполненных исследований разработана ресурсосберегающая технология раскроя бревен на заготовки для производства клееных брусьев, которая включает:

- сканирование и раскряжевку хлыстов с учетом их индивидуальных особенностей на пиловочные бревна, распиловка которых обеспечит наибольший объемный выход пиломатериалов целевого назначения (в т.ч. для клееного бруса);

- сортирование бревен и их распиловку по оптимальным схемам на радиальные пиломатериалы по спецификации для клееных брусьев.

Технологический процесс переработки сырья построен следующим образом. В случае поставки сырья в виде хлыстов технология начинается с раскряжки их на бревна после сканирования с применением разработанного измерительного комплекса.

Информация об индивидуальных особенностях хлыста поступает в компьютер, который имеет сведения о спецификации подлежащих выпилке радиальных досок для клееных брусьев. После обработки информации по разработанной программе ПЭВМ выдает команду на раскряжевку хлыстов на бревна, из которых возможно выпилить наибольшее количество требуемых пиломатериалов.

Сортировка бревен ведется по схемам распиловки с учетом индивидуальных особенностей и спецификации требуемых пиломатериалов. В компьютере имеется составленная заранее система схем распиловки бревен, обеспечивающая наибольший средневзвешенный объемный выход досок по заданной спецификации. Информация об очередном бревне из измерительного устройства поступает в компьютер. Затем ведется виртуальный раскрой этого бревна по имеющимся схемам и выбирается та схема, которая обеспечивает наибольший выход требуемых досок. Бревно сбрасывается в лесонакопитель, соответствующий выбранной схеме. В дальнейшем рассортированные бревна поступают на распиловку по соответствующим оптимальным поставкам.

Распиловка пиловочного сырья по оптимальным схемам способствует сбережению лесных ресурсов – национального богатства Беларуси.

Библиографический список

1. Рапинчук, Д.Л. Направления снижения себестоимости материалов для деревянного домостроения / Д.Л. Рапинчук // Архитектура и строительные науки. – Минск: БААРХ, 2007. – №1(7). – С. 45-47.

2. Калитеевский, Р.Е. Технология лесопиления / Р.Е. Калитеевский. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 264 с.

3. Шетько, С.В. Разработка ресурсосберегающей технологии сортировки и раскроя круглых лесоматериалов на пилопродукцию целевого назначения: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05. / С.В. Шетько. – Минск, 2003. – 128 с.

4. Янушкевич, А.А. Ресурсосберегающая технология сортировки бревен / А.А. Янушкевич, С.В. Шетько // Деревообрабатывающая промышленность. – 2005. – №4. – С. 7-8.

5. Устройство для измерения диаметров круглых лесоматериалов: пат. 7986 Респ. Беларусь, С1 2006.04.30 / А.А. Янушкевич, С.В. Шетько, В.Г. Дмитриевич; заявитель Бел. гос. технолог. ун-т. – № а 20030492.

6. Янушкевич, А.А. Моделирование раскроя хлыстов на пиловочные бревна / А.А. Янушкевич, С.В. Шетько // Труды БГТУ. – Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая пром-сть. – Минск: БГТУ, 1998. – Вып. VI. – С. 99-102.

7. Батин, Н.А. К составлению поставок на выпилку радиальных пиломатериалов / Н.А. Батин, А.А. Янушкевич // Механическая технология древесины: респ. межвед. сб. – Минск, 1971. – Вып. 1. – С. 3-5.

8. Янушкевич, А.А. Раскрой бревен на радиальные пиломатериалы / А.А. Янушкевич, С.В. Шетько // Труды БГТУ. – Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Минск: БГТУ, 1998. – Вып. VI. – С. 94-99.

9. Янушкевич, А.А. Обоснование способа распиловки бревен на пиломатериалы для клееных брусьев / А.А. Янушкевич, Д.Л. Рапинчук // Труды БГТУ. – Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Минск: БГТУ, 2007. – Вып. VI. – С. 162-164.

Розанов В.В., Ермаков Е.С.

(группа компаний «ГеоС», г. Нижний Новгород, РФ) geos@geos.nnov.ru

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС КЗ-КОТТЕДЖ:
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПОДГОТОВКА
ПРОИЗВОДСТВА И СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ.
РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ,
АРХИТЕКТУРНЫХ БЮРО И УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

CAD K3-COTTAGE

*COMPUTER-AIDED DESIGN, PRE-PRODUCTION AND BUILDING OF
TIMBERED HOUSES. DEVELOPING DECISIONS FOR PLANTS,
ARCHITECTURAL DEPARTMENTS AND INSTITUTES*

Производство домов из оцилиндрованного бревна и профилированного бруса опирается на использование современного высокотехнологического производственного оборудования как импортного, так и отечественного производства. Оно обеспечивает выпуск значительных объемов элементов возводимых домов в короткие сроки. Однако, для эффективной работы оборудования необходим высокий уровень подготовки рабочей производственной документации. Более того, многие модели импортного оборудования имеют системы ЧПУ, позволяющие передавать производственные задания непосредственно на станок. Поэтому без компьютерных технологий в этой области просто не обойтись.

Группа компаний «ГеоС» занимается автоматизацией процессов проектирования и производства домов из оцилиндрованного бревна и профилированного бруса. Ее разработка – авторский программный продукт «КЗ-Коттедж», - позволяет эффективно вести компьютерное проектирование, подготовку производства и сборки деревянных домов, включая *автоматическое* получение всей конструкторско-технологической документации. Дополнительные модули к программе обеспечивают прямую передачу данных на оборудование с ЧПУ.

Суть возможностей, предоставляемых «КЗ-Коттедж», заключается в создании компьютерной модели дома с учетом всех технологических особенностей строительства и автоматического получения на ее основе всех производственных документов. Т.о. на базе «КЗ-Коттедж» предлагается технология «От трехмерной модели к полному комплексу документации».

Технология «От трехмерной модели к полному комплексу документации» имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с традиционной разработкой чертежно-графической, табличной и текстовой документации, а именно:

- наглядность и точность представления модели дома как для заказчика, так и для производственных целей;
- повышение качества проектирования и точности работы: если в проекте дома допущена ошибка, она сразу же будет видна;
- по трехмерной модели можно однозначно получить чертежи изделия и другую документацию, а наоборот – не всегда;
- высокая скорость создания проекта и подготовки рабочей документации: сокращаются временные и трудовые затраты на подготовку проектной и конструкторско-технологической документации;
- автоматическое получение всего комплекта документов, что исключает возникновение ошибок вследствие «человеческого фактора»;
- высокая скорость внесения изменений в проект, очень высокая точность подготовки исправленного комплекта документации, поскольку при внесении изменений в проект документация будет автоматически подготовлена программой во временном интервале от нескольких минут до нескольких часов.

Последний пункт особенно актуален в связи с тем, что деревянное домостроение ориентировано на индивидуальный сектор, а также в связи с тем, что процесс проектирования и согласования с заказчиком проходит ряд итераций.

Процесс проектирования дома в «КЗ-Коттедж» состоит из нескольких этапов:

1. Задание технологических параметров производства.
2. Построение стен.
3. Установка проемов, задание консолей.
4. Построение балок.
5. Расстановка столбов.
6. Автоматическая расстановка венцовых пазов (чашек).
7. Расстановка нагелей, шпилек (автоматический и ручной режимы).
8. Интеллектуальное деление длинных бревен (автоматический и ручной режимы).
9. Работа с досками (полы, потолки, элементы стропильной конструкции и т.д.).
10. Автоматическое получение необходимой документации для изготовления, комплектации и строительства здания. По готовой трехмерной модели изделия конструктор в автоматическом режиме может получить следующие документы:

- Спецификация стеновых элементов - таблицы чертежей бревен («побрвенка»);

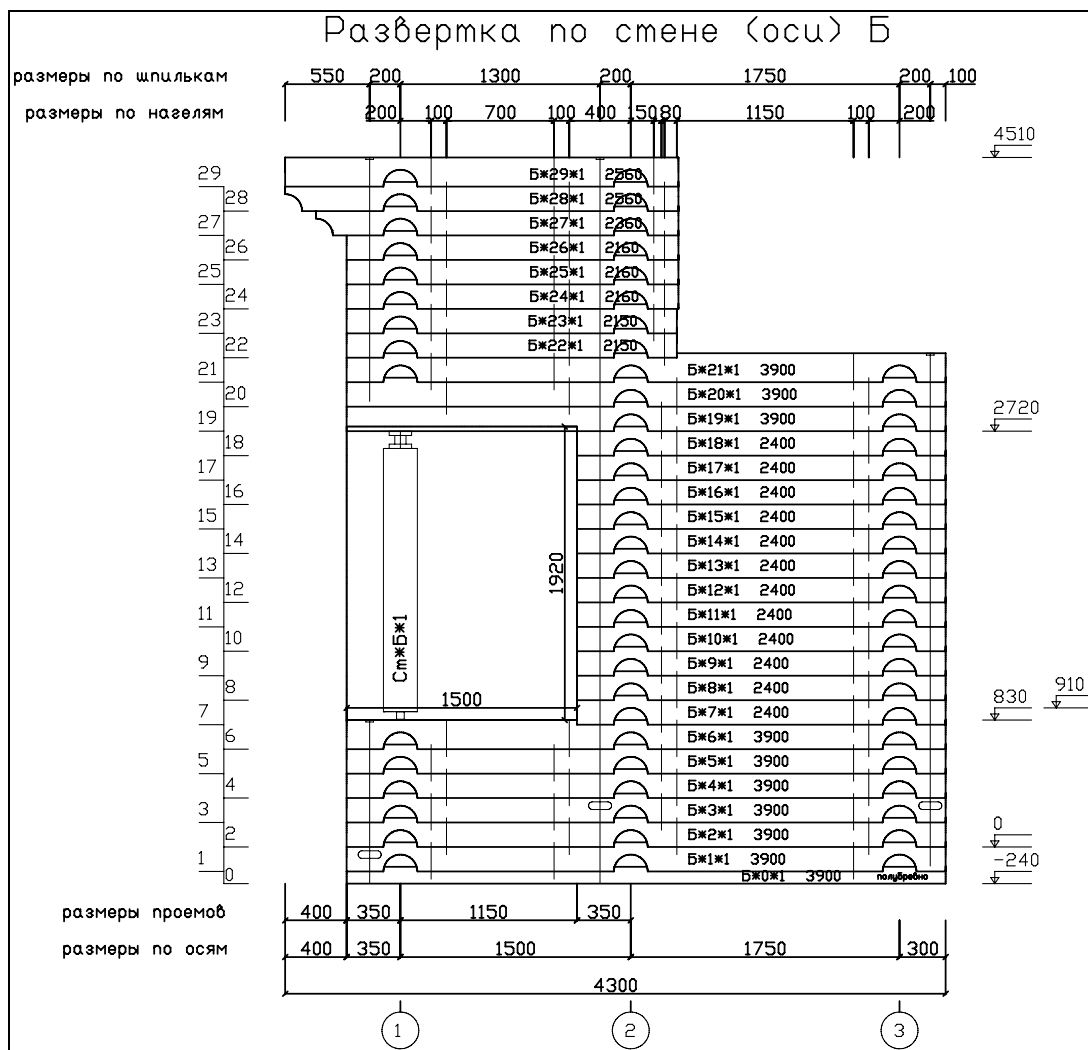
Спецификация стеновых элементов			
Позиция:	Длина	Шт.	Схема
Стена 1. Материал: бревно 220.			
1_1_1	6000	1	
1_2_1, 1_4_1, 1_6_1	6000	3	
1_3_1, 1_5_1, 1_15_1	6000	3	
1_7_1	6000	1	
1_8_1, 1_10_1, 1_12_1	1320	3	

1

- Таблица досок (спецификация с чертежами);
- Таблица торцов и пазов;
- Таблица раскроя бревен для минимизации отходов;
-

38	
39	
40	

- Планы этажей;
- Планы балок;
- Развертки стен;



- Планы по венцам;
- Ведомость материалов.

11. Выдача управляющих программ для оборудования с ЧПУ (при состыковке со станками).

Важно отметить, что «КЗ-Коттедж» является полностью российской разработкой. Стоимость подобных зарубежных программ существенно выше. Что же касается возможностей, то «КЗ-Коттедж» в части решаемых программой задач не только не уступает, но и по некоторым параметрам превосходит известные зарубежные аналоги. В первую очередь, это относится к средствам моделирования деревянных домов и качеству комплекта рабочей документации.

В связи с этим остановимся на предложениях, подготовленных группой компаний «ГеоС» для целевых групп пользователей программного обеспечения «КЗ-Коттедж»:

для производственных предприятий

В настоящее время значительное число российских предприятий и компаний стран СНГ, занимающихся малоэтажным коттеджным строительством, активно используют «КЗ-Коттедж» в своей деятельности. Если говорить в цифрах – это уже более 120 предприятий, многие из них оснащают от 2 до 5 рабочих мест.

Применение «КЗ-Коттедж» позволило им значительно сократить сроки цикла проектирования и подготовки производства, увеличить объемы строительства, умень-

шить ошибки проектирования и производства, сократить издержки, перейти к качественно более высокому уровню работы с застройщиками, значительно снизить себестоимость строительства.

Группа компаний «ГеоС», понимая специфику российского рынка программного обеспечения, предлагает широкий ассортимент версий «КЗ-Коттедж». В настоящее время поставляется 4 версии в ценовом диапазоне, доступном любому предприятию, как крупному и среднему, так и малому или индивидуальному предпринимателю. Особенную актуальность такие решения имеют в связи с программой поддержки и развития малого бизнеса в России.

При этом специалисты группы компаний «ГеоС» обеспечивают качественную техническую поддержку работающих с программой предприятий, тесно сотрудничают с пользователями программы, среди которых немало лидеров этой отрасли. Результатом такого сотрудничества становится дальнейшее развитие программы и выпуск новых версий «КЗ-Коттедж».

для архитектурных бюро

Среди пользователей «КЗ-Коттедж» - и архитектурные бюро, специализирующиеся на малоэтажном деревянном домостроении. В том числе это - компании, занимающиеся застройкой коттеджных поселков. Возможность технологической настройки параметров сечений бревна или бруса позволяет им работать сразу с несколькими производителями домов, зная, что проект будет изготовлен в точном соответствии с разработанными проектами и подготовленными на их основе производственными заданиями.

Возможность быстрого и удобного внесения изменений в модель дома и автоматическое получение комплекта документации позволяет таким компаниям учитывать все индивидуальные пожелания своих клиентов и быть уверенными в оперативности и точности подготовки рабочей документации.

для учебных заведений

Применение современной системы проектирования и подготовки производства деревянных домов требует, чтобы производственно-строительные компании были укомплектованы квалифицированными кадрами. Рынок труда испытывает дефицит специалистов, владеющих современными компьютерными технологиями в данной отрасли. Поэтому перед профильными высшими и средними специальными учебными заведениями России встала задача подготовки и выпуска таких специалистов.

Для подготовки специалистов нужной квалификации чрезвычайно важно, чтобы сами учебные заведения были оснащены современными программно-информационными комплексами и их преподаватели владели как теоретическими, так и практическими вопросами проектирования, производства и строительства деревянных домов.

Группа компаний «ГеоС» готова к сотрудничеству с российскими учебными заведениями в области внедрения «КЗ-Коттедж» в учебный процесс и оказания им необходимой технической помощи в подготовке преподавательского состава в области освоения производственных компьютерных технологий.

Специалистами «ГеоС» разработано специальное предложение по оснащению учебных классов профильных учебных заведений сетевыми некоммерческими комплектами программного обеспечения «КЗ-Коттедж».

Уэйн Стивенс (*Канадский Центр Жилья и Строительства
Технологического Института Британской Колумбии (BCIT)*)

Waine_Stevens@bcit.ca

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ МАЛОЭТАЖНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

OFFERED STRATEGY OF DEVELOPMENT OF LOW HOUSING CONSTRUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION

Основные цели предлагаемой стратегии:

1. Обеспечить систематический, хорошо управляемый и долгосрочный успех практики малоэтажного строительства в Российской Федерации;
2. Создать самовозобновляемую команду экспертов, способную на крупномасштабные проекты в области малоэтажного жилищного строительства.

Сегодня согласно исследованиям Организации Экономического Сотрудничества и Развития, канадцы находятся в числе наиболее комфортно живущих народов в мире и Канада известна как мировой лидер в области жилищного строительства. Поэтому не случайно, что деревянное каркасное строительство является избранной системой возведения жилых домов, и что многие страны желают улучшить качество жилья своих граждан при помощи ее освоения.

Ключевым фактором успешного возведения и долговечности деревянных каркасных зданий является то, насколько полно будет осуществлен трансфер этой технологии. Это охватывает все относящиеся к процессу возведения системы, подходы к строительству и научные разработки, использованные в развитии технологии деревянного каркасного строительства, включая энергоэффективность, сейсмическую и климатическую устойчивость, вопросы надежности, здоровой внутренней среды помещений, норм и стандартов деревянного каркасного строительства, контроля качества, устойчивости и т.д.

Приведенная ниже деятельность будет играть первостепенную роль в успешной передаче и адаптации опыта деревянного каркасного строительства, направленную на улучшение качества доступного жилья в Российской Федерации.

Адаптация соответствующих разделов Канадского Национального Строительного Кода для применения в Российской Федерации.

Сегодня большинство малоэтажных зданий строятся в Канаде по методу деревянного каркаса, и разработанные в Канаде подробные строительные коды обеспечивают высокую степень надежности и здоровой внутренней среды. Эти коды основаны на более, чем 50ти-летнем опыте ведения разработок в этой области, также как для технологий строительства стальных и бетонных конструкций.

Внедрение Канадских строительных кодов для малоэтажных зданий по методу деревянного каркасного строительства предлагается осуществлять в два этапа. В первую очередь это будет означать освоение Части 9 Канадского Национального Кода. Этот документ регламентирует строительство отдельных домов, дуплексов, домов блокированного типа (и вспомогательных гаражей), монтируемых непосредственно на

строительной площадке из предварительно изготовленных на соответствующих предприятиях элементов и блоков, насчитывающих не более трех этажей в высоту с общей площадью помещения не более 600 квадратных метров. Этот раздел Кода распространяется только на здания с жилыми единицами (квартирами), без мест общего пользования, зон обслуживания, систем отопления и охлаждения и без жилых единиц (квартир), расположенных одна над другой.

Второй стадией освоения Национального Строительного Кода Канады будет внедрение технологии строительства многоуровневых деревянных каркасных структур, рассчитанных на многосемейное заселение.

Национальный Строительный Код Канады является объемным документом, который распространяется также на стандартизацию всех материалов, используемых в строительстве. Рекомендуется насколько возможно, заменить эти стандарты на строительные материалы аналогичными стандартами на доступные, применяемые в настоящее время на территории Российской Федерации.

Работа в сотрудничестве с ключевыми государственными структурами над разработкой программы сертификации российских продуктов деревообработки, предполагаемых для производства структурных компонентов деревянных каркасных систем.

Как было отмечено выше, большинство малоэтажных зданий в Канаде возведены с использованием технологии деревянного каркасного строительства и национальный строительный код основан на этой технологии.

Российская Федерация располагает значительными лесными ресурсами, которые могут использоваться для малоэтажного каркасного строительства. Это в свою очередь позволит обеспечить рост и увеличить уровень занятости населения в деревоперерабатывающем секторе, а также создаст условия для улучшения качества и доступности жилья.

Для обеспечения стабильности конструкции и безопасности ее обитателей, все структурные компоненты, включая пиломатериал и панели, используемые для возведения малоэтажных деревянных каркасных зданий, должны быть сертифицированы.

Развитие собственного потенциала строительства деревянных каркасных структур

Для обеспечения успешного освоения и использования канадской технологии строительства деревянных каркасных зданий в Российской Федерации рекомендуется использование как «Технического Содействия», так и «Трансфера Технологической Экспертизы».

Техническое Содействие

Техническим Содействием является обеспечение помощи группы специалистов одной страны организации реципиенту другой; часто таким реципиентом является государственная структура или соответствующее министерство. Основная цель Содействия - развитие материальной базы и/или человеческих ресурсов организации реципиента, что позволяет более полно реализовать свои полномочия и/или реагировать на изменения в национальной политике.

Любой проект технического содействия должен привести по своему завершению к достижению устойчивых изменений в той области, на которую этот проект был на-

правлен. Соответственно, организация-реципиент должна получить всю необходимую сумму знаний и опыта для осуществления своей запланированной функции.

Трансфер технологической экспертизы

С ростом значимости развития человеческих ресурсов в проектах технического содействия, концепция трансфера экспертизы стала значительным компонентом в вопросах успешной передачи технологии и обучающих образовательных программ.

Процесс трансфера экспертизы должен включать три фазы, параллельно с процессом развития необходимых навыков у проходящих обучение специалистов: представление материала, мониторинг и оценка. Развитие собственных навыков партнеров по проекту может обеспечиваться техническими специалистами или преподавателями.

На начальном этапе деятельность должна концентрироваться на передаче технологий, относящихся к деревянному каркасному строительству. В результате будет разработана новая технология, которая поможет Российской Федерации решить вопросы обеспечения населения в настоящем и будущем устойчивым, надежным, экологичным, здоровым и энергетически эффективным жильем.

Предлагаемые мероприятия должны:

- иметь основным приоритетом участие местных структур и обладание ими правом собственности на всех стадиях проекта;
- фокусироваться на достижении прибыли для Российской Федерации и устойчивых результатов, которые дадут возможность независимого дальнейшего развития после окончания участия в проекте канадской стороны;
- ориентироваться на сотрудничество с местными организациями и агентствами в Российской Федерации для более эффективного координирования деятельности;
- фокусироваться на организацию новых рабочих мест для работников строительного сектора и расширение их профессиональных возможностей в целях дальнейшего трудоустройства;
- развивать профессиональные, технические и управленческие навыки специалистов, занятых в области малоэтажного деревянного каркасного строительства;
- развивать компетенции в строительстве доступного, надежного и безопасного жилья

Описанный выше подход позволит обеспечить правильное использование современных технологий строительства по методу деревянного каркаса путем обучения, сертифицирования и технической поддержки в сотрудничестве с основными российскими участниками проекта.

Предлагаемые мероприятия

1. Организация и проведение на местах семинаров для участвующих в проекте государственных структур и представителей промышленности, для разъяснения особенностей и преимуществ деревянного каркасного строительства в секторе малоэтажных жилых домов;

2. Организация Центров Строительного Мастерства на территории Российской Федерации. Цель организации таких центров может включать обучение на примере демонстрационной строительной площадки, техническое содействие и поддержку, информацию по используемым продуктам и материалам, проектное консультирование, контроль качества и надежности и т.д.

3. Сотрудничество с местными образовательными учреждениями для предоставления обучающих программ и обучения инструкторов, которые впоследствии будут самостоятельно реализовывать высококачественные программы обучения.

4. Обеспечение технической поддержки для организации производства компонентов каркасных жилых домов, включая предварительно изготовленные и модельные дома.

5. Инициировать программу оценки качества и/или инспектирование.

Канадский Центр Жилья и Строительства ВСИТ готов к дальнейшим обсуждениям о том, каким образом мы можем помочь государственным структурам и промышленности Российской Федерации добиться реализации программ строительства доступного и комфортного жилья для жителей России.

Прогрессивное деревообрабатывающее оборудование и инструмент

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

ВЫБОРКА ГНЕЗД ПОД ШИПЫ МЕТОДОМ ПАЗОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

WORKING OF MORTISE HOLE THE GROOVING MILLING METHOD

Пазовое фрезерование представляет собой процесс обработки деревянных заготовок вращающейся концевой фрезой. Это цилиндрическое фрезерование, при котором глубина фрезерования $t = 2R$, где R – радиус окружности резания фрезы.

Концевая фреза имеет торцовые и боковые режущие кромки. Торцовые режущие кромки выполнены с поднутрением (наклоном) к центру под углом $2...3^\circ$ и задним углом $20...25^\circ$. Боковые режущие кромки имеют задний угол $10...15^\circ$ и передний – $30...35^\circ$.

Для фрезерования используют концевые фрезы диаметром от 4 до 25 мм. Частота их вращения на станках назначается от 3000 до 24000 мин^{-1} .

Формирование паза в два этапа. При формировании паза с дном (рис. 1) в два этапа сначала производится заглабление фрезы с подачей вдоль ее оси, а затем включается боковая подача. Ширина паза равна диаметру фрезы D . Ширина фрезерования b равна глубине паза. Толщина срезаемого слоя увеличивается от нуля в точке А до максимального значения в точке В и затем уменьшается до нуля в точке С. Глубина паза обычно не превышает $1,5 D$. Если необходимо получить более глубокий паз, то операцию формирования паза выполняют за несколько проходов.

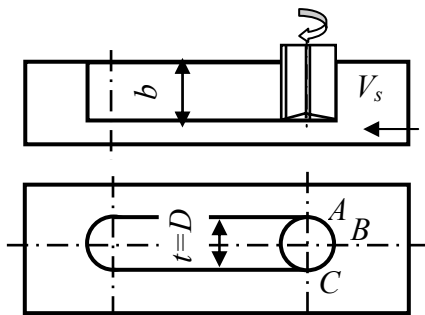


Рисунок 1 – Схема пазового фрезерования

Скорость главного движения равна, м/с

$$V = \frac{\pi D n}{60000},$$

где D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы, мин^{-1} .

Значение боковой подачи на зуб, мм, находят

по формуле

$$S_z = \frac{1000 V_s}{Z n},$$

где V_s – скорость подачи, м/мин;

Z – число зубьев фрезы.

Средняя толщина срезаемого слоя

$$a_c = \frac{2 S_z}{\pi} = 0,64 S_z.$$

При расположении паза параллельно волокнам древесины $\varphi_6 = \arcsin 0,64 = 39,5^\circ$; при расположении паза перпендикулярно волокнам $\varphi_6 = 90^\circ - 39,5^\circ = 50,5^\circ$.

Непрерывное формирование паза. На некоторых станках формирование паза осуществляется непрерывным способом, когда осевая и боковая подачи происходят одновременно (рис. 2).

Скорость осевой подачи на станке постоянна.

Скорость боковой подачи переменна и может быть определена по формуле, м/мин:

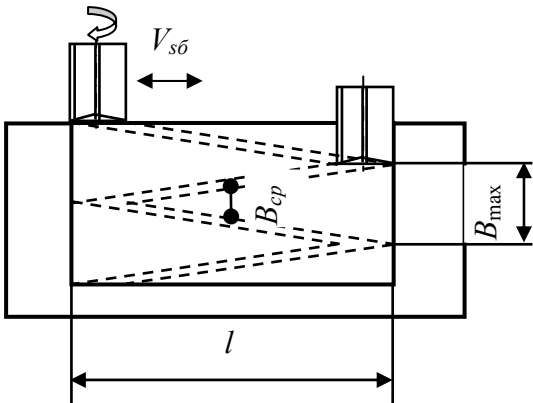


Рисунок 2 – Схема непрерывного пазового фрезерования

$$V_{s\bar{o}} = \frac{\pi n_1 (l - D)}{1000} \sin \alpha,$$

где n_1 – число двойных ходов фрезы в минуту, мин^{-1} ;

l – длина паза, мм;

D – диаметр фрезы, мм;

α – текущий угол поворота кривошипа, град.

При $\alpha = 0^\circ$ и $\alpha = 180^\circ$ $V_{s\bar{o}} = 0$, при $\alpha = 90^\circ$ и $\alpha = 270^\circ$ скорость подачи достигает максимального значения:

$$V_{s\bar{o} \max} = \frac{\pi n_1 (l - D)}{1000}.$$

В расчетах используют среднее значение скорости боковой подачи, м/мин:

$$V_{s\bar{o} \text{ ср}} = \frac{2n_1 (l - D)}{1000}.$$

Этой скорости соответствует среднее значение подачи на зуб, мм:

$$S_{z \text{ ср}} = \frac{2n_1 (l - D)}{Zn},$$

где Z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, мин^{-1} .

Ширина фрезерования тоже переменна. Максимальное значение ширины фрезерования равно, мм

$$B_{\max} = \frac{1000V_{s1}}{n_1},$$

где V_{s1} – скорость осевой подачи, м/мин;

n_1 – частота двойных ходов фрезы, мин^{-1} .

Среднее значение ширины фрезерования

$$B_{\text{ср}} = \frac{500V_{s1}}{n_1}.$$

Динамика пазового фрезерования. Расчет значений фиктивной силы резания p и касательного давления на переднюю поверхность зуба k выполняют при $\varphi_e = 39,5^\circ$ для продольного и $\varphi_e = 50,5^\circ$ для поперечного фрезерования.

Силы резания на торцовых режущих кромках составляют около 5% от окружных сил резания на боковых режущих кромках. Расчетное окружное усилие резания с учетом работы торцовых зубьев можно определить по формуле

$$F_{xop} = 1,05F_{xo}.$$

Мощность, расходуемая на резание, кВт

$$P = \frac{F_{xop}V}{1000}.$$

Пример. Дано. На сверлильно-пазовальном станке с непрерывным формированием паза в сосновых заготовках обрабатываются гнезда под шипы шириной 8Н13 мм и длиной 40 мм. Начальный радиус закругления боковых режущих кромок $\rho_o = 5$ мкм, углы резания $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 40^\circ$, число зубьев фрезы $Z = 2$, поле рассеяния размеров на станке $\omega = 180$ мкм, относительная остаточная деформация $\varepsilon_o = 0,2$. Скорость осевой подачи $V_{s1} = 0,1$ м/мин, частота вращения фрезы $n = 3000$ мин⁻¹, число двойных ходов фрезы $n_1 = 90$ мин⁻¹.

Определить момент наступления отказа технологической системы по параметру “Точность” и мощность на фрезерование к этому моменту.

Решение. Гнездо обрабатывается концевой фрезой диаметром $D = 8$ мм. При затуплении боковых режущих кромок диаметр фрезы убывает.

1. По ГОСТ 6449.1-82 находим поле допуска на линейный размер 8 мм IT13 = 220 мкм.

2. Находим величину запаса поля допуска

$$\delta_3 = IT13 - \omega = 220 - 180 = 40 \text{ мкм.}$$

3. Принимаем величину подъема обработанной поверхности для одной режущей кромки лезвия $d = \delta_3 / 2 = 40 / 2 = 20$ мкм.

4. Определим значение выражения

$$e = \frac{\sin(\alpha + \beta / 2)}{\sin(\beta / 2)} = \frac{\sin(15 + 40 / 2)}{\sin(40 / 2)} = 1,677.$$

5. Находим предельно допустимый радиус закругления режущей кромки

$$\rho_{\max} = \frac{d}{e - \varepsilon_o} + \rho_o = \frac{20}{1,677 - 0,2} + 5 = 18,54 \text{ мкм.}$$

В этот момент наступает отказ технологической системы. При дальнейшей работе получается брак.

6. Находим скорость главного движения

$$V = \frac{\pi D n}{60000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 3000}{60000} = 1,26 \text{ м/с.}$$

7. Средняя скорость боковой подачи

$$V_{sb\ cp} = \frac{2n_1(l - D)}{1000} = \frac{2 \cdot 90(40 - 8)}{1000} = 5,76 \text{ м/мин.}$$

8. Среднее значение боковой подачи на зуб

$$S_{z\text{ ср}} = \frac{2n_1(l-D)}{Zn} = \frac{2 \cdot 90(40-8)}{2 \cdot 3000} = 0,96 \text{ мм.}$$

9. Среднее значение толщины срезаемого слоя

$$a_c = 0,64S_{z\text{ ср}} = 0,64 \cdot 0,96 = 0,6 \text{ мм.}$$

10. Среднее значение ширины фрезерования

$$B_{cp} = \frac{500V_{s1}}{n_1} = \frac{500 \cdot 0,1}{90} = 0,56 \text{ мм.}$$

11. Для продольно-торцового резания с углом встречи $\varphi_g = 39,5^\circ$ найдем:

– фиктивную силу резания

$$p_{//-\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_g = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} 39,5^\circ = 3,4 \text{ Н/мм;}$$

– значение касательного давления срезаемого слоя на переднюю грань зуба

$$k_{//-\perp} = 0,196\delta + 0,069V' - 5,4 + (0,354\delta + 0,127V' - 14,22) \sin^{1,25} \varphi_g = \\ = 0,196 \cdot 55 + 0,069(90 - 1,26) - 5,4 +$$

$$+ (0,354 \cdot 55 + 0,127(90 - 1,26) - 14,22) \sin^{1,25} 39,5^\circ = 20,9 \text{ МПа .}$$

12. Находится значение коэффициента затупления

$$\alpha_\rho = 1 + (1 + 0,1 \frac{k}{p}) \frac{\Delta\rho}{\rho_o + 50} = 1 + (1 + 0,1 \frac{20,9}{3,4}) \frac{(18,54 - 5)}{5 + 50} = 1,4.$$

13. Рассчитываем значение касательной силы резания на дуге контакта при резании одной режущей кромкой

$$F_{x\text{ зуб}} = a_n a_w (\alpha_\rho p + ka) b = 1 \cdot 1 (1,4 \cdot 3,4 + 20,9 \cdot 0,6) \cdot 0,56 = 9,7 \text{ Н.}$$

14. Окружная расчетная сила резания на фрезе с учетом работы торцовых режущих кромок

$$F_{xop} = 1,05 F_{x\text{ зуб}} \frac{z\varphi_k}{360} = 1,05 \cdot 9,7 \frac{2 \cdot 180}{360} = 10,2 \text{ Н.}$$

15. Мощность, расходуемая на резание

$$P = \frac{F_{xop} V}{1000} = \frac{10,2 \cdot 1,26}{1000} = 0,0128 \text{ кВт.}$$

Для контроля мощность по эмпирической формуле

$$P = \frac{AS_o^{0,78} D^{1,2} t^{1,7}}{97550 \gamma^{0,06}} = \frac{0,015 \cdot (0,96 \cdot 2)^{0,78} \cdot 8^{1,2} 8^{1,7}}{97550 \cdot 35^{0,06}} = 0,0001 \text{ кВт.}$$

Наработка до отказа фрезы. Нарработкой до отказа называют продолжительность работы фрезы от начала эксплуатации до возникновения первого отказа.

При использовании *двухэтапного способа* выборки гнезда длина рабочего участка концевой фрезы равна глубине гнезда. При наступлении отказа диаметр рабочего участка фрезы уменьшается, и фреза становится непригодной для дальнейшей работы. Получается, что цельную фрезу можно использовать только в течение одного периода стойкости. Такое использование режущего инструмента нерационально.

Двухэтапный способ выборки гнезда используется на обрабатывающих центрах и на станках сверлильно-пазовальных с ручной подачей. При использовании такого способа предпочтительно применять концевые фрезы со сменными неперетачиваемыми твердосплавными пластинами [1].

При *непрерывном* способе выборки гнезда (на станках с кривошипно-шатунным механизмом боковой подачи) работа резания выполняется непрерывно торцовыми и боковыми режущими кромками фрезы. При этом средняя длина рабочей части боковых режущих кромок равна около 1 мм (в приведенном выше примере средняя ширина фрезерования, измеряемая по длине режущей кромки, равна 0,56 мм). Остальную часть длины режущих кромок назовем вспомогательной, которая, проникая в гнездо, только подчищает стенки.

С затуплением рабочей части боковых режущих кромок до $\rho_{\max} = 18,54$ мкм (согласно примеру) вспомогательная часть кромок остается достаточно острой. Диаметр фрезы на участке рабочей части боковых режущих стал недопустимо мал, а на вспомогательном участке – в пределах допуска. Отказ технологической системы по параметру “Точность” не наступает, так как вспомогательная часть боковых режущих кромок, проникая в глубину гнезда подчищает стенки, расширяет гнездо до требуемой нормы.

Таким образом, использование непрерывного способа выборки гнезд значительно расширяет наработку до отказа цельных концевых фрез.

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Обработка древесины методом фрезерования [Текст]: учеб. пособие/ И.Т. Глебов; Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 192 с.

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

ЗАТУПЛЕНИЕ РЕЖУЩИХ КРОМОК ЛЕЗВИЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

BLUNTNES CUTTER PLATE OF WOOD CUTTING TOOL

Деревообрабатывающий станок и его режущий инструмент принято рассматривать как элементы технологической системы [1]. При эксплуатации технологической системы могут возникать отказы, неработоспособное состояние, когда значение хотя бы одного параметра или показателя качества изготавливаемой продукции, производительности, материальных и стоимостных затрат на изготовление продукции становятся несоответствующими требованиям, установленным в нормативно-технической или конструкторской, технологической документации.

В статье рассмотрено влияние режущего инструмента на параметрические отказы “Предельная энергоемкость обработки заготовки”, “Точность” и “Шероховатость”.

Мерой затупления режущих кромок лезвий принято считать величину их радиуса закругления, измеряемую в мкм. Острые кромки стального режущего инструмента имеют радиус закругления ρ , равный 4...6 мкм (для фрез) и 10 мкм (для пил).

Отказ технологической системы по показателю “Предельная энергоёмкость обработки заготовки”. При работе режущего инструмента лезвия затупляются, силы резания и мощность механизма главного движения станка увеличиваются. В некоторый момент времени затраты энергии на обработку заготовки могут превзойти предельно допустимую энергоёмкость и наступит момент отказа.

Влияние затупления лезвий при расчете сил и мощности резания учитывается коэффициентом затупления

$$\alpha_{\rho} = 1 + (1 + 0,1 \frac{k}{p}) \frac{\Delta_{\rho}}{\rho_o + 50},$$

где k – касательное давление срезаемого слоя на переднюю поверхность лезвия, МПа;

p – фиктивная сила резания, Н/мм;

ρ_o – радиус закругления режущей кромки лезвия, мкм;

Δ_{ρ} – величина затупления режущей кромки к моменту наступления отказа, мкм.

Отказ технологической системы по параметру “Точность”. В процессе обработки деревянных заготовок лезвия режущего инструмента монотонно изнашиваются, затупляются, укорачиваются по биссектрисе угла лезвий (рис. 1).

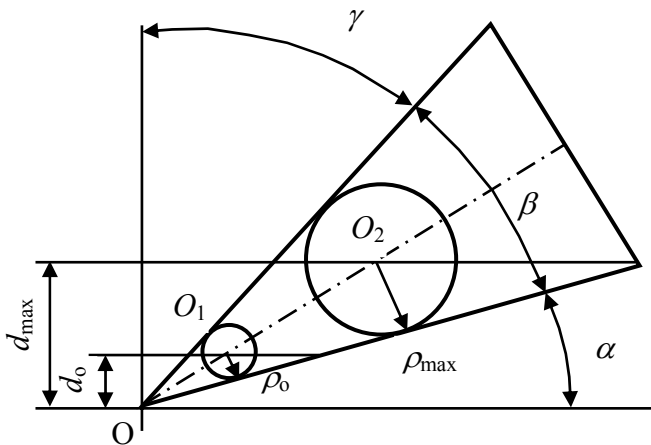


Рисунок 1 – Схема к расчету положения плоскости резания

Принято считать, что плоскость резания проходит через центр условно вписанной окружности с радиусом ρ в поверхность режущей кромки. Если острое лезвие имеет радиус закругления режущей кромки ρ_o , то плоскость резания расположена от оси абсцисс на расстоянии d_o . Если лезвие затупленное и имеет радиус закругления ρ_{\max} , то плоскость резания проходит выше на расстоянии от оси абсцисс d_{\max} . Обработанная поверхность древесины расположена ниже плоскости резания на величину остаточной де-

формации $\Delta_o = \rho \varepsilon_o$, где ε_o – величина относительной остаточной деформации. Таким образом, при обработке внешних поверхностей затупление лезвия приводит к увеличению размера, а при обработке внутренних поверхностей – к уменьшению размера.

Из рис. 1 найдем отрезок OO_1

$$OO_1 = \frac{\rho_o}{\sin(\beta/2)},$$

где β – угол заострения лезвия.

Ордината центра O_1

$$d_o = \frac{\rho_o \sin(\alpha + \beta/2)}{\sin(\beta/2)}, \quad (1)$$

где α – задний угол лезвия.

Аналогично находится ордината центра O_2 :

$$d_{\max} = \frac{\rho_{\max} \sin(\alpha + \beta/2)}{\sin(\beta/2)}$$

Обозначим через e выражение $e = \frac{\sin(\alpha + \beta/2)}{\sin(\beta/2)}$.

При увеличении радиуса закругления от ρ_o до ρ_{\max} обработанная поверхность поднимается от оси абсцисс на величину

$$d = (d_{\max} - \varepsilon_o \rho_{\max}) - (d_o - \varepsilon_o \rho_o) = \rho_{\max} (e - \varepsilon_o) - \rho_o (e - \varepsilon_o) \quad (2)$$

Отсюда получим значение предельно допустимого радиуса закругления режущей кромки, после достижения которого наступит отказ, неработоспособное состояние станка

$$\rho_{\max} = \frac{d}{e - \varepsilon_o} + \rho_o \quad (3)$$

Для фрезерного режущего инструмента, например, по оси ординат расположен радиус фрезы. Можно сделать вывод, что для затупленного лезвия радиус фрезы уменьшается на величину $\Delta_r = d$.

Пример 1. Определить момент возникновения параметрического отказа при обработке проушин с номинальным размером 12; 14; 16 и основным отклонением Н13, если начальный радиус закругления режущей кромки $\rho_o = 5$ мкм, задний угол лезвия $\alpha = 15^\circ$, угол заострения $\beta = 40^\circ$, поле рассеяния размеров на станке $\omega = 180$ мкм, относительная остаточная деформация $\varepsilon_o = 0,2$.

Решение. 1. По ГОСТ 6449.1-82 [2] находим поле допуска IT13=270 мкм.

2. Находим величину запаса поля допуска [3]

$$\delta_3 = IT13 - \omega = 270 - 180 = 90 \text{ мкм.}$$

3. Принимаем величину подъема обработанной поверхности для одной режущей кромки лезвия $d = \delta_3 / 2 = 90 / 2 = 45$ мкм.

4. Определим значение выражения

$$e = \frac{\sin(\alpha + \beta/2)}{\sin(\beta/2)} = \frac{\sin(15 + 40/2)}{\sin(40/2)} = 1,677.$$

5. Находим предельно допустимый радиус закругления режущей кромки

$$\rho_{\max} = \frac{d}{e - \varepsilon_o} + \rho_o = \frac{45}{1,677 - 0,2} + 5 = 35,5 \text{ мкм.}$$

Анализ формулы (3) показывает, что с увеличением угла заострения лезвия предельное значение радиуса закругления ρ_{\max} увеличивается:

Угол β°	40	45	50	55
Радиус закругления ρ_{\max} , мкм	35,5	37,36	39,1	40,6

Для проушин с номинальным размером по ширине 6; 8; 10 мм поле допуска равно 220 мкм; при прочих равных условиях значение ρ_{\max} изменяется так:

Угол β°	40	45	50	55
Радиус закругления ρ_{\max} , мкм	18,54	19,38	20,1	20,8

Пример 2. Определить момент возникновения параметрического отказа при обработке на сверлильно-пазовальном станке гнезд под шипы размером 8Н13, если $\rho_0 = 5$ мкм, $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 40^\circ$, поле рассеяния размеров на станке $\omega = 180$ мкм.

Решение. Гнездо обрабатывается концевой фрезой. При затуплении режущих кромок диаметр фрезы убывает. Поле допуска на размер 0,22 мм.

По формуле (3) получаем, что отказ наступит в момент, когда $\rho_{\max} = 18,54$ мкм.

Из изложенного выше следует, что на момент возникновения параметрического отказа по параметру точности влияет главным образом точностное состояние станка. Чем больше значение поля рассеяния размера, тем меньше запас поля допуска и тем скорее наступает отказ. Применение формулы (3) позволяет определить расчетным путем предельно допустимое значение радиуса закругления лезвия, по достижению которого происходит отказ станка.

Отказ технологической системы по параметру “Шероховатость”. Затупление режущих кромок лезвий приводит к увеличению шероховатости обработанной поверхности. Изменение шероховатости фрезерованной поверхности по данным исследований Комарова Г.А. и Кряжева Н.А. [4] приведено в таблице.

Шероховатость поверхности при изменении радиуса закругления до 40 мкм при продольном фрезеровании, мкм

Автор	Порода	Скорость резания, м/с	Подача на зуб, мм	Уравнение зависимости
Комаров Г.А., фрезерование поперечное	Сосна	20	1,6	$H_{\max}=350+75\rho$
			0,4	$H_{\max}=210+10,25\rho$
	Береза		1,6	$H_{\max}=190+2,625\rho$
			0,4	$H_{\max}=90+2,625\rho$
Кряжев Н.А., Фрезерование продольное	Сосна, береза	–	1,25...5,0	$H_{\max}=10+\rho$

При продольном фрезеровании изменение шероховатости соизмеримо с изменением радиуса закругления.

Библиографический список

- ГОСТ 27.004-85. Технологические системы. Термины и определения [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 2002. – 14 с.
- ГОСТ 6449.1-82. Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски и посадки [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1982. –45 с.
- Глебов, И.Т. Технологическая точность деревообрабатывающих станков [Текст] Учебное пособие / И.Т. Глебов, А.Ю. Вдовин; Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. – 135 с.
- Ивановский, Е.Г. Фрезерование и пиление древесины и древесных материалов [Текст] Е.Г. Ивановский, П.В. Василевская, Э.М. Лаутнер; М.: Лесн. пром-сть, 1971. 96 с.

МЕТОД РАСЧЕТА РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ РЕЗАНИЕМ

METHOD OF PROCESS CONDITIONS CALCULATION OF CUTTING WOOD

В теории резания древесины на основании экспериментальных исследований установлено, что в случае снятия лезвием срезаемого слоя толщиной $a \geq 0,1$ мм, единичная касательная сила резания может быть описана уравнением (рис. 1, отрезок АВ)

$$F_{x1} = \alpha_{\rho} p + \left(k + \frac{\alpha t}{b}\right) a, \quad (1)$$

где F_{x1} – единичная касательная сила резания, Н/мм; p – фиктивная сила резания, Н/мм; k – касательное давление срезаемого слоя на переднюю грань зуба, МПа; α_{ρ} – коэффициент затупления режущей кромки лезвия; α – касательное давление, возникающее при

пилинии от трения стружки в пропиле, МПа; t, b – высота и ширина пропила соответственно, мм; a – толщина срезаемого слоя, мм.

В диапазоне микрослоев ($a \leq 0,1$ мм) линия зависимости единичной касательной силы резания от толщины срезаемого слоя имеет параболическую форму (рис. 1). Для упрощения расчетов в 60-х гг. прошлого столетия кривую ЕА параболы заменили прямой линией. В этом случае результаты расчетов получались заниженными по величине. В настоящее время, в

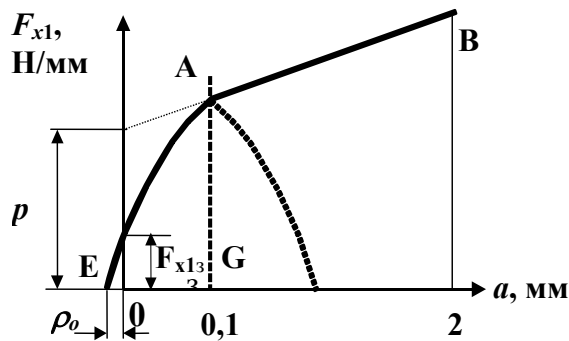


Рисунок 1 – Расчетная схема к определению касательной силы резания для микрослоев

условиях компьютерных технологий задача упрощения расчетов не стоит. На передний план выступает задача повышения точности расчетов.

Напишем уравнение ветви параболы ЕА. Общее уравнение параболы в осях координат F_{x1} и a имеет вид

$$F_{x1} = ca^2 + da + e, \quad (2)$$

где c, d, e – параметры параболы.

Парабола проходит через точку E , и вершина ее расположена в точке A .

Координаты точки A :

$$a_A = 0G = 0,1 = -\frac{d}{2c};$$

$$F_{x1A} = AG = F_{x0,1} = \frac{4ce - d^2}{4c},$$

где $F_{x0,1}$ – значение касательной силы резания при толщине срезаемого слоя 0,1 мм:

$$F_{x0,1} = p + 0,1(k + \frac{\alpha t}{b}).$$

Отсюда получим

$$d = -0,2c, \quad 4ce - d_2 = 4c F_{x0,1}.$$

Точка E , лежащая на параболе, имеет координаты:

$$a_E = -\rho_0; \quad F_{x1E} = 0.$$

Подставляя эти координаты в уравнение параболы (2), получим

$$0 = c\rho_0^2 - d\rho_0 + e,$$

$$e = -c\rho_0^2 + d\rho_0.$$

Получена система уравнений для определения параметров c , d , e параболы:

$$\begin{cases} d = -0,2c; \\ 4ce - d_2 = 4c F_{x0,1}; \\ e = -c\rho_0^2 + d\rho_0. \end{cases} \quad (3)$$

После решения системы уравнений получено

$$c = -\frac{F_{x0,1}}{\lambda}; \quad d = \frac{0,2F_{x0,1}}{\lambda}; \quad e = F_{x0,1}(1 - \frac{0,01}{\lambda}),$$

где λ – коэффициент: $\lambda = \rho_0^2 + 0,2\rho_0 + 0,01$; где ρ_0 – начальный радиус закругления режущей кромки, мм.

Уравнение единичной касательной силы резания для микрослоев (по уравнению 2) и с учетом поправочных коэффициентов на породу a_n , влажность a_w и вид пиления a_e (встречное, попутное) имеет вид

$$F_{x1} = a_n a_w a_e (p + 0,1(k + \frac{\alpha t}{b}))(-\frac{1}{\lambda} a^2 + \frac{0,2}{\lambda} a + 1 - \frac{0,01}{\lambda}). \quad (4)$$

При решении обратных задач из уравнений для единичной касательной силы резания находят значение толщины срезаемого слоя. Сначала по величине заданной мощности определяют значение силы резания при пиление одним зубом

$$F_{x \text{ зуб}} = F_{x1 \text{ зуб}} b_L,$$

где b_L – длина режущей кромки зуба пилы, мм.

Запишем уравнение (4) касательной силы резания для микрослоев с учетом коэффициента затупления α_ρ режущей кромки зуба в виде

$$\frac{F_{x \text{ зуб}}}{(\alpha_\rho p + 0,1(k + \alpha t / b))b_L} = -\frac{1}{\lambda} a^2 + \frac{0,2}{\lambda} a + 1 - \frac{0,01}{\lambda}.$$

Обозначим
$$\frac{F_{x \text{ зуб}}}{(\alpha_\rho p + 0,1(k + \alpha t / b))b_L} = m_1.$$

Если $m_1 < 1$, то расчет следует вести по формулам для микрослоев, при $m_1 > 1$ расчет следует вести по формулам для макрослоев.

После преобразования составим приведенное квадратное уравнение

$$a^2 - 0,2a + \lambda(m_1 - 1) + 0,01 = 0.$$

Отсюда

$$a = 0,1 - \sqrt{\lambda(1 - m_1)}. \quad (5)$$

При $m_1 = 1$ $a = 0,1$ мм.

Для макрослоев толщина срезаемого слоя определяется по уравнению

$$a_c = \frac{\left(\frac{F_{x \text{ зуб}}}{a_n a_w a_b b_l} - \alpha_{\rho} p\right) b}{(kb + \alpha t)}. \quad (6)$$

В приведенных формулах имеется два параметра (p , k), которые учитывают структуру древесины, угол перерезания волокон древесины. При резании различают три главных вида резания (торцовое, продольное, поперечное) и три промежуточных вида резания (продольно-торцовое, поперечно-торцовое, продольно-поперечное). Эти виды резания отличаются положением вектора скорости главного движения и плоскости резания относительно волокон древесины, т.е. величиной угла перерезания волокон.

При продольно-торцовом виде резания угол перерезания называют углом встречи φ_g , $0 \leq \varphi_g \leq 90^\circ$. При поперечно-торцовом виде резания угол перерезания называют углом наклона φ_n , $0 \leq \varphi_n \leq 90^\circ$. Поперечно-продольное резание характеризуют величиной угла скоса φ_c , $0 \leq \varphi_c \leq 90^\circ$. При продольной подаче заготовки в зависимости от положения режущих кромок инструмента относительно волокон древесины возможно резание продольно-торцовое или продольно-торцово-поперечное.

Экспериментально найденные обобщенные зависимости удельной силы резания от углов перерезания волокон для указанных видов резания по данным А.Л. Бершадского [1] приведены на рис. 2. При $\varphi_g = 0$ и $\varphi_n = 0$ имеет место продольное и поперечное резание соответственно. При $\varphi_g = 90^\circ$ и $\varphi_c = 90^\circ$ имеет место торцовое и поперечное резание соответственно. Для всех видов резания наблюдаются синусоидальные корреляционные зависимости удельной силы резания от угла перерезания волокон древесины.

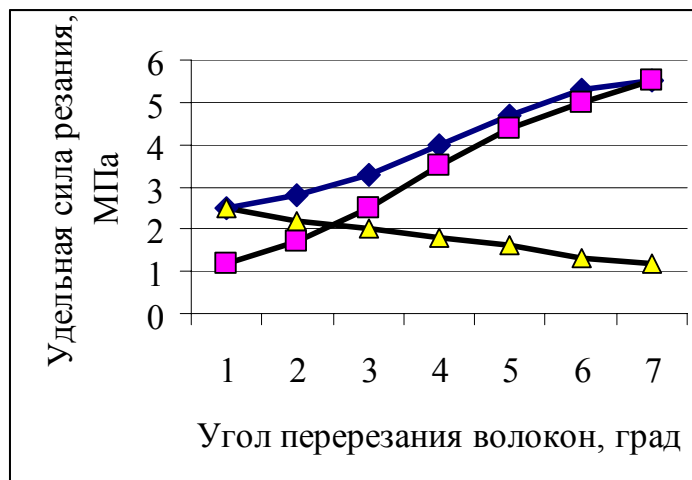


Рисунок 2 – Зависимость удельной силы резания от угла перерезания волокон для резания: 1 – продольно-торцового; 2 – поперечно-торцового; 3 – продольно-поперечного

Для удобства пользования экспериментальными данными кривые графиков представляют в форме уравнений. Для этого часто пользуются методом спрямления кривых. Если кривые графиков рис. 2 построить в осях координат $F_{y\delta}$ (ось ординат) и $\sin^{1,25}\varphi$ (ось абсцисс), то из синусоидальных кривых получатся прямые линии типа АБ (рис. 3). Тогда, обозначив параметры $F_{y\delta}$ и фиктивной силы резания p символом A , получим уравнения прямых линий в общем виде [2]

$$\begin{aligned} A_{//-\perp} &= A_{//} + (A_{\perp} - A_{//}) \sin^{1,25} \varphi_e, \\ A_{\#-\perp} &= A_{\#} + (A_{\perp} - A_{\#}) \sin^{1,25} \varphi_n, \\ A_{\#-//} &= A_{\#} + (A_{//} - A_{\#}) \cos^2 \varphi_c, \end{aligned} \quad (7)$$

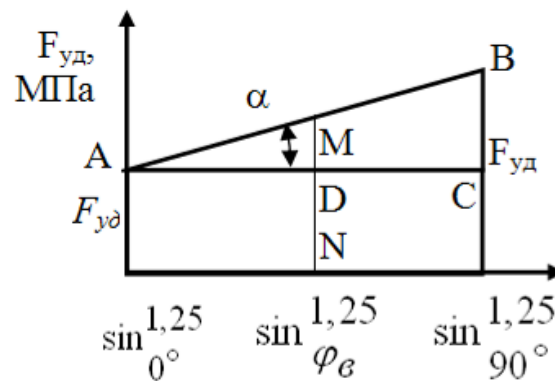


Рисунок 3 – Зависимость удельной силы резания от угла перерезания волокон при продольно-торцовом резании

Для упрощения расчетов, ориентируясь на возможности логарифмической линейки как основного средства выполнения расчетов 60-х годов прошлого столетия, А.Л. Бершадский предложил следующие формулы

$$\begin{aligned} A_{//-\perp} &= A_{//} + (A_{\perp} - A_{//}) \frac{\varphi_e}{90}, \\ A_{\#-\perp} &= A_{\#} + (A_{\perp} - A_{\#}) \frac{\varphi_n}{90}, \\ A_{\#-//} &= A_{\#} + (A_{//} - A_{\#}) \left(1 - \frac{\varphi_c}{90}\right). \end{aligned} \quad (8)$$

Неравномерная ось абсцисс со шкалой $(\sin \varphi_e)^{1,25}$ (см. рис.3) заменена равномерной шкалой $\varphi_e / 90$. В результате такой замены расчетные формулы дают погрешность до 14 %.

Расчетный метод А.Л. Бершадского, созданный в середине прошлого столетия, широко используется на практике в настоящее время. Пользователи практически не знают о тех допущениях и упрощениях, которые были сделаны при создании расчетного метода. В настоящее время, стремясь повысить точность расчетов, надо отказаться от указанных упрощений и расчеты значений параметров p и k выполнять по формулам (7).

На основании рекомендуемых А.Л. Бершадским расчетных формул [2] типа $F_{x1\perp} = (A_{\perp} \delta + B_{\perp} V' - B_{\perp}) a + \alpha_{\rho} p_{\perp} = k_{\perp} a + \alpha_{\rho} p_{\perp}$ для определения силы резания

при главных видах резания и значения эмпирических коэффициентов (таблица 1), предлагаются новые формулы для выполнения современных расчетов, которые приведены ниже.

Таблица 1 – Значения эмпирических коэффициентов A , B , B , МПа, и p , Н/мм для древесины сосны [2]

A_{\perp}	$A_{//}$	$A_{\#}$	B_{\perp}	$B_{//}$	$B_{\#}$ *
0,550	0,196	0,029	0,196	0,069	0,059...0,069
B_{\perp}	$B_{//}$	$B_{\#}$	p_{\perp}	$p_{//}$	$p_{\#}$
19,62	5,40	0,59	4,80	1,57	0,98

* Меньшее значение $B_{\#}$ при $\delta < 55^{\circ}$, большее – при $\delta > 55^{\circ}$.

Расчетные формулы, рекомендуемые для определения значений параметров p и k , при переходных видах резания массивной древесины сосны:

– для продольно-торцового резания

$$p_{//-\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_{\delta};$$

$$k_{//-\perp} = 0,196\delta + 0,069V' - 5,4 + (0,354\delta + 0,127V' - 14,22) \sin^{1,25} \varphi_{\delta};$$

– для поперечно-торцового резания

$$p_{\#-\perp} = 0,98 + 3,82 \sin^{1,25} \varphi_{\delta};$$

$$k_{\#-\perp} = 0,029\delta + CV' - 0,59 + (0,521\delta + (0,196 - C)V' - 19,03) \sin^{1,25} \varphi_{\delta};$$

– для поперечно-продольного резания

$$p_{\#-//} = 0,98 + 0,59 \cos^2 \varphi_{\delta};$$

$$k_{\#-//} = 0,029\delta + CV' - 0,59 + (0,167\delta + (0,069 - C)V' - 4,81) \cos^2 \varphi_{\delta};$$

– для продольно-торцово-поперечного резания

$$p_{//-\perp-\#} = p_{//-\perp} - (p_{//-\perp} - p_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_{\delta};$$

$$k_{//-\perp-\#} = k_{//-\perp} - (k_{//-\perp} - k_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_{\delta}.$$

Здесь δ подставляют в град., V' – в м/с. Кроме того,

если $V \leq 50$ м/с, то $V' = (90 - V)$, иначе $V' = V$;

если $\delta \leq 55^{\circ}$, то $C = 0,059$, иначе $C = 0,069$.

Заключение. Устраняя допущения и упрощения, принятые основоположником расчетного метода А.Л. Бершадским в середине прошлого столетия, в статье предлагаются новые приемы определения сил резания в диапазоне микрослоев, а также расчета параметров p и k при переходных видах резания древесины. Предлагаемые формулы дополняют и развивают расчетный метод А.Л. Бершадского, повышают точность расчетов.

Библиографический список

1. Бершадский, А.Л. Резание древесины [Текст]: учеб. пособие / А.Л. Бершадский; М.: Л. Гослесбумиздат, 1958. 328 с.
2. Бершадский, А.Л. Справочник по расчету режимов резания древесины [Текст] / А.Л. Бершадский; М.: Гослесбумиздат, 1962. 124 с.

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ И ПИЛЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

FEATURES CHIP FORMING AT MILLING AND SAWING WOOD

Зоны резания при продольном фрезеровании

По положению зуба фрезы относительно волокон древесины на дуге контакта при цилиндрическом фрезеровании можно выделить несколько зон. В каждой зоне условия фрезерования древесины разные, и это отражается на качестве обработанной поверхности и на величине сил резания [1].

Рассмотрим случай обработки паза цилиндрической фрезой (рис. 1). Боковые режущие кромки фрезы работают по принципу продольного цилиндрического фрезерования.

При врезании лезвия в древесину в точке *A* угол встречи, измеряемый под плоскостью резания между вектором скорости главного движения и волокнами древесины, $\varphi_в = 0$. Происходит продольное резание, которое затем переходит в продольно-торцовое резание.

На участке *AB* дуги контакта угол встречи $\varphi_в$ меньше угла резания лезвия δ . Эту зону назовем периферийной *II*. В периферийной зоне волокна древесины срезаемого слоя сначала упираются в переднюю поверхность, сжимаются и изгибаются ею, как консольно закрепленная балка. Затем изогнутые волокна встречаются с режущей кромкой, которая надрезает их. Таким образом, происходит сначала сжатие и изгиб волокон, а затем их надрезание. Передняя поверхность лезвия стремится оторвать срезаемый слой от плоскости волокон. Перед режущей кромкой может образоваться опережающая трещина, направленная в массив. Если подпор нижележащих слоев древесины недостаточен, то на обработанной поверхности образуются задиры.

В точке *B* дуги контакта $\varphi_в = \delta$, и передняя поверхность лезвия расположена параллельно волокнам древесины. Здесь резание переходит в центральную зону *III*.

В центральной зоне на участке дуги *BC* $\delta \leq \varphi_в \leq 90^\circ$. В этой зоне волокна древесины сначала перерезаются главной режущей кромкой, а затем передняя поверхность их начинает деформировать. Организация процесса резания стала более благоприятной. Однако в центральной зоне резание древесины приближается к торцовому и срезаемые слои толстые, что значительно затрудняет перерезание волокон. Соппротивление резанию увеличивается и достигает максимального значения в точке *C*. При затупившейся режущей кромке перерезать волокна древесины становится труднее, нежели оторвать их друг от друга в плоскости волокон. На обработанной поверхности образуются задиры, вырывы волокон.

На дуге *AC* происходит встречное фрезерование, $0^\circ \leq \varphi_в \leq 90^\circ$.

В точке *C* резание из центральной зоны переходит в центрально-периферийную ЦП (на дуге *CDE*). В этой зоне перерезание волокон режущей кромкой происходит при $\delta \leq \varphi_в \leq 180^\circ$. При подходе к точке *E* резание приближается от торцового к продольно-

му, силы резания уменьшаются. Условия резания становятся более благоприятными, однако, если на выходе лезвия отсутствует достаточный подпор волокон, то там образуются сколы.

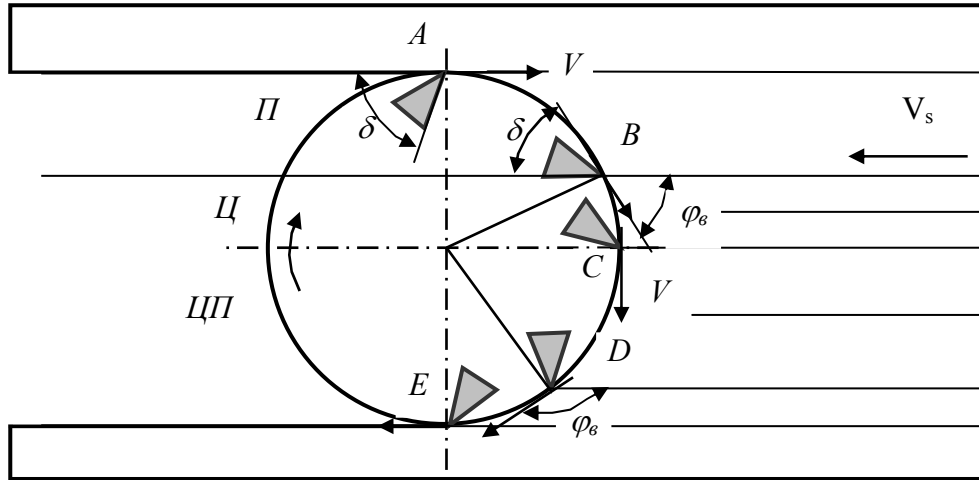


Рисунок 1 – Условия перерезания волокон по зонам (периферийной, центральной и попутного фрезерования)

Зоны резания при торцовом фрезеровании

Фрезерование цилиндрической фрезой по отношению к волокнам древесины может быть торцовым, когда ось вращения фрезы и направление подачи перпендикулярны направлению волокон древесины. Для изучения условий перерезания волокон древесины при торцовом фрезеровании рассмотрим обработку паза, продольная ось которого перпендикулярна волокнам (рис. 2).

Угол встречи лезвия с волокнами $\varphi_с$ (угол перерезания волокон) в момент врезания режущей кромки в древесину (точка А) $\varphi_с = 90^\circ$, и угол резания $\delta < \varphi_с$. На участке АВС дуги контакта лезвия фрезы с древесиной угол перерезания волокон увеличивается от 90° до 180° , и резание переходит от торцового к продольному. На этом участке волокна древесины сначала перерезаются режущей кромкой, а затем деформируются передней поверхностью лезвия и скалываются. Условия стружкообразования соответствуют периферийно-центральной зоне ПЦ.

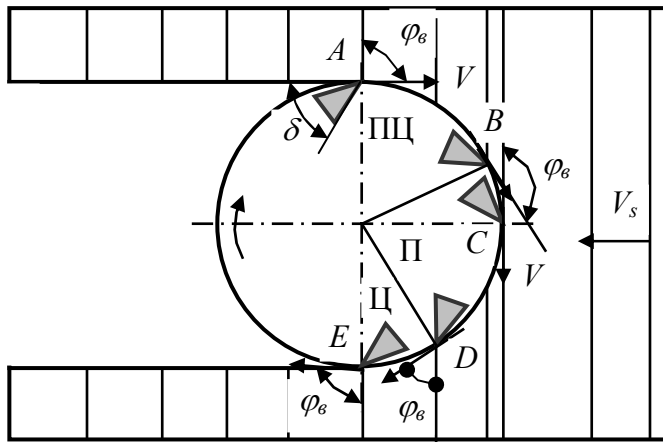


Рисунок 2 – Условия перерезания волокон при торцовом фрезеровании

В точке С дуги контакта угол встречи $\varphi_с = 180^\circ$ или можно считать $\varphi_с = 0^\circ$, что соответствует продольному резанию в периферийной зоне П. Далее резание постепенно переходит в продольно-торцовое и в точке Е становится торцовым.

На дуге CD угол встречи $\varphi_с < \delta$ (зона П). При резании волокна древесины сначала изгибаются и сжимаются передней

поверхностью лезвия и только затем надрезаются режущей кромкой. Это зона с неблагоприятными условиями перерезания волокон.

На дуге DE угол встречи $\varphi_e > \delta$ (зона Ц), и режущая кромка начинает выполнять основную работу резания – волокна древесины сначала перерезаются, а затем стружка скалывается передней поверхностью лезвия в плоскости волокон. При торцовом фрезеровании порядок зон изменился.

Условия резания при поперечном фрезеровании

При поперечном цилиндрическом фрезеровании ось вращения фрезы параллельна, а направление подачи перпендикулярно направлению волокон (рис. 3).

При поперечном фрезеровании во всех точках дуги контакта происходит чистое поперечное резание. Если режущая кромка лезвия будет параллельна волокнам древесины, то силу резания будут воспринимать ограниченное количество волокон и произойдет их вырыв. Для получения гладкой обработанной поверхности режущие кромки должны быть винтовыми. В этом случае сила резания распределяется на большое количество волокон и вырыв их становится маловероятен.

Продольное встречное фрезерование

Продольное встречное цилиндрическое фрезерование древесины осуществляется на станках фуговальных, рейсмусовых, четырехсторонних продольно-фрезерных и других, на которых глубина фрезерования не превосходит 6 мм или, по крайней мере, не более радиуса фрезы. При таком фрезеровании на всей дуге контакта происходит продольно-торцовое резание против слоя, когда возможные опережающие трещины распространяются в массив древесины.

Процесс стружкообразования можно поделить на несколько этапов.

Скольжение режущей кромки по поверхности резания. На первом этапе резания происходит врезание лезвия в древесину, когда режущая кромка деформирует (вальцует) поверхность резания.

При встречном фрезеровании толщина срезаемого слоя изменяется от нуля, когда лезвие начинает контактировать с поверхностью резания, и до максимального значения при выходе его из древесины. При этом срезание слоя начинается тогда, когда

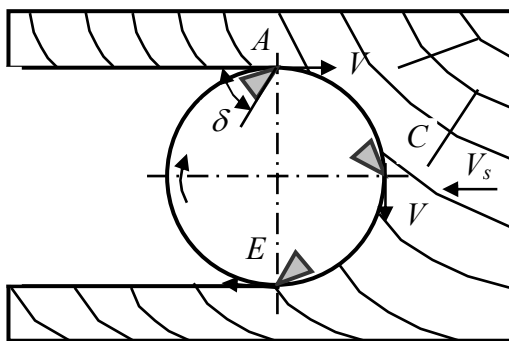


Рисунок 3 – Поперечное фрезерование

толщина его достигнет некоторой критической величины $a_{кр} = c\rho$.

На первом этапе резания основную работу выполняет задняя поверхность лезвия и примыкающая к ней часть режущей кромки. На лезвие действуют сила трения по задней грани и сила отжима. Это силы вредного сопротивления. Полезная работа по формированию новой поверхности не выполняется. Режущая кромка бесполезно изнашивается, на задней поверхности лезвия образуется фаска.

С началом стружкообразования в периферийной зоне волокна древесины контактируют с передней поверхностью лезвия, которая сжимает их, изгибает и стремится оторвать от массива. Если срезаемый слой тонкий, то изогнутые волокна встречаются затем с главной режущей кромкой, которая надрезает их. Происходит непрерывный изгиб и подрезание волокон. Подпор слоев древесины при тонком срезаемом слое обеспечивает установившийся режим резания с образованием гладких фрезерованных поверхностей. С увеличением толщины срезаемого слоя перед главной режущей кромкой может образоваться опережающая трещина, распространяющаяся в плоскости волокон в массив.

Глубина опережающей трещины ограничивается толщиной среза и величиной подпора сжатой древесины над передней поверхностью. Если величина подпора достаточна, то режущая кромка лезвия может приблизиться к изогнутым волокнам древесины и перерезать их. Перерезанные волокна скалываются, образуя элемент стружки, скользящий по передней поверхности лезвия. Если величина подпора недостаточна для перерезания волокон, то передняя грань поднимает неперерезанный слой, глубина трещины увеличивается, и в конце ее слой ломается. Срезание слоя заканчивается отщепом.

На граничном участке между периферийной и центральной зонами волокна древесины параллельны передней поверхности лезвия. Срезаемый слой сжимается в поперечном направлении, изгибается, а затем режущая кромка перерезает волокна древесины. При этом толщина срезаемого слоя в данном месте дуги контакта, а следовательно, и сила резания, достигают большой величины. Передняя грань лезвия стремится поднять срезаемый слой и оторвать его от массива. Перед режущей кромкой образуется опережающая трещина. Если подпор вышележащих слоев древесины недостаточен для перерезания волокон, то на выходе лезвия из заготовки образуется отщеп.

При резании в центральной зоне главная режущая кромка встречается с волокнами древесины раньше, чем передняя поверхность. Волокна сначала перерезаются, а затем поступают на переднюю грань, которая подрезанный слой сжимает и изгибает. При этом касательные напряжения в плоскости волокон могут достичь предела прочности, и элементы стружки скалываются. Если режущая кромка острая и может легко перерезать волокна древесины, а подпор еще неперерезанных волокон достаточен, то опережающие трещины не образуются. На выходе лезвий из заготовки, если не создан прижимами станка необходимый подпор, образуется отщеп.

Толщина срезаемого слоя в центральной зоне близка по величине к максимальному значению. Поэтому, несмотря на более благоприятные условия перерезания волокон древесины, перед режущей кромкой, особенно затупленной, всегда образуется опережающая трещина, и фрезерованная поверхность получается более шероховатой, чем в периферийной зоне.

Особенности стружкообразования при попутном фрезеровании

При продольном попутном фрезеровании угол резания δ лезвия всегда меньше угла встречи с волокнами $\varphi_в$. Во всех точках траектории резания $\varphi_в \geq 90^\circ$. На дуге контакта происходит резание по слою.

Толщина срезаемого слоя при попутном фрезеровании изменяется от максимального значения при входе лезвия в древесину до нуля при выходе. Силы резания тоже изменяются от максимального значения при входе в срезаемый слой до нуля при выходе. При входе лезвия в древесину происходит удар, что вызывает вибрацию заготовки и выкрашивание режущей кромки. Наблюдения показывают, что при попутном фрезеровании режущая кромка лезвия затупляется в 3 – 6 раз быстрее, чем при встречном фрезеровании. Силы резания при попутном фрезеровании больше в 1,5 ... 2 раза, чем при встречном фрезеровании [2, 3].

Основную работу при попутном фрезеровании выполняет главная режущая кромка. Она перерезает волокна. Опережающие трещины в данном случае не образуются. Отсутствие опережающих трещин позволяет получить более гладкие поверхности, однако для этого необходимо соблюдать условия, чтобы подача на зуб была не более 0,15...0,25 мм, а радиус закругления режущей кромки был бы не более 10...15 мкм.

Удары лезвий в момент врезания и направления сил резания при попутном фрезеровании создают условия для самоподачи заготовки, в результате чего фактическая подача на зуб может быть больше расчетной. Этого допускать нельзя.

Таким образом, при попутном фрезеровании в связи с отсутствием опережающих трещин расходуется энергии больше, но можно получить поверхности с меньшей шероховатостью.

Попутное и встречное пиление древесины круглыми пилами

Определение углов подачи и встречи. Обычно считают, что при продольном фрезеровании и пилении угол подачи μ количественно равен углу встречи $\varphi_в$.

Углом подачи μ по ГОСТ 25762-83 называется угол в рабочей плоскости между направлениями скоростей движения подачи и главного движения резания. При этом скорости обеих движений должны быть приложены к зубу режущего инструмента в точке на дуге контакта.

Встречное и попутное пиление. В настоящее время четких определений этих понятий нет. Обычно считают, что при встречном пилении проекции векторов скоростей главного движения и подачи на направление подачи направлены навстречу, а при попутном пилении – в одну сторону (по пути). Но это справедливо только в случае, когда главное движение резания совершается пилой, а движение подачи – заготовкой. Как же быть, когда оба рабочих движения приложены к пиле? Например, в торцовочных или форматных станках заготовка неподвижна и оба рабочих движения выполняются режущим инструментом. Принятое определение здесь не подходит.

Общим во всех случаях является величина угла подачи (рис. 4). Учитывая сложившиеся традиции можно считать: *при встречном резании угол подачи $\mu \leq 90^\circ$, при попутном резании $\mu \geq 90^\circ$.*

Особенности пиления. Поднимая-опуская заготовку относительно центра пилы, можно изменять величину угла подачи μ , количественно равную величине угла встречи $\varphi_в$.

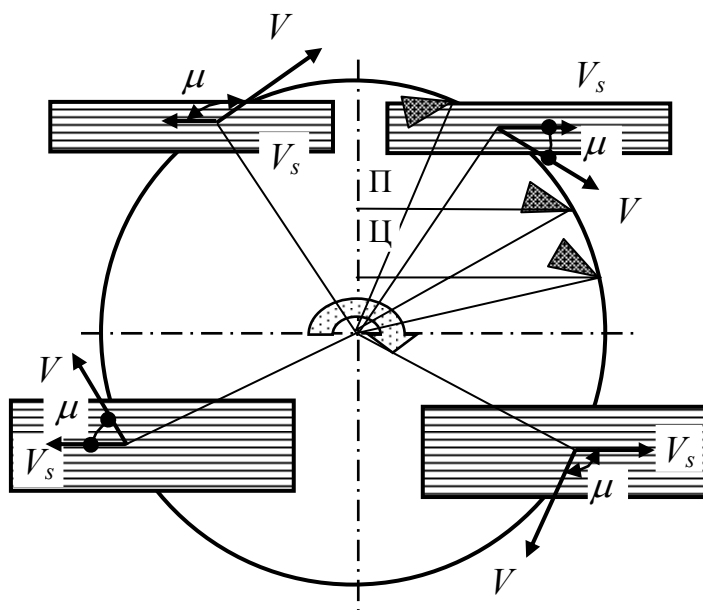


Рисунок 4 – Пиление попутное и встречное

Из рисунка следует, что при встречном пилении угол подачи $0 \leq \mu \leq 90^\circ$, при попутном пилении $90 \leq \mu \leq 180^\circ$. При вращении пилы по часовой стрелке встречное пиление возможно при взаимодействии заготовки в первой и третьей четвертях, а попутное во второй и четвертой четвертях диска пилы.

При пилении также можно выделить три зоны резания: периферийную П, центральную Ц и центрально-периферийную ЦП. В периферийной зоне П угол резания зуба δ больше угла μ . Стружкообразование в этой зоне неблагоприятное, т.к. срезаемый слой сначала изгибается передней гранью зуба, а затем надрезается режущей кромкой.

В центральной зоне Ц и зоне ЦП $\delta < \mu$. Стружкообразование в этих зонах благоприятное, т.к. волокна древесины сначала перерезаются режущей кромкой зуба, а затем сжимаются, сдвигаются, скалываются.

Энергетика и качество обработанной поверхности

При продольном фрезеровании и пилении круглыми пилами с увеличением угла встречи от 0° до 90° наблюдается *встречное* резание в зонах П и Ц. Характер стружкообразования в зоне Ц благоприятный, но срезаемые слои толстые. С ростом угла встречи удельная сила резания увеличивается, достигая максимальной величины при $\varphi_e = 90 \dots 100^\circ$ [2]. Толщина срезаемого слоя на дуге контакта увеличивается от минимальной величины при врезании до максимальной на выходе. Процесс резания сравнительно плавный.

При углах встречи $90^\circ < \varphi_e < 180^\circ$ резание стремится от торцового к продольному и пиление переходит в попутное, удельная сила резания убывает. Стружкообразование благоприятное в зоне ЦП, качество обработанной поверхности улучшается. Толщина срезаемого слоя на дуге контакта уменьшается от максимального до минимального значений. Резание сопровождается вибрациями, выкрашиванием, затуплением режущей кромки.

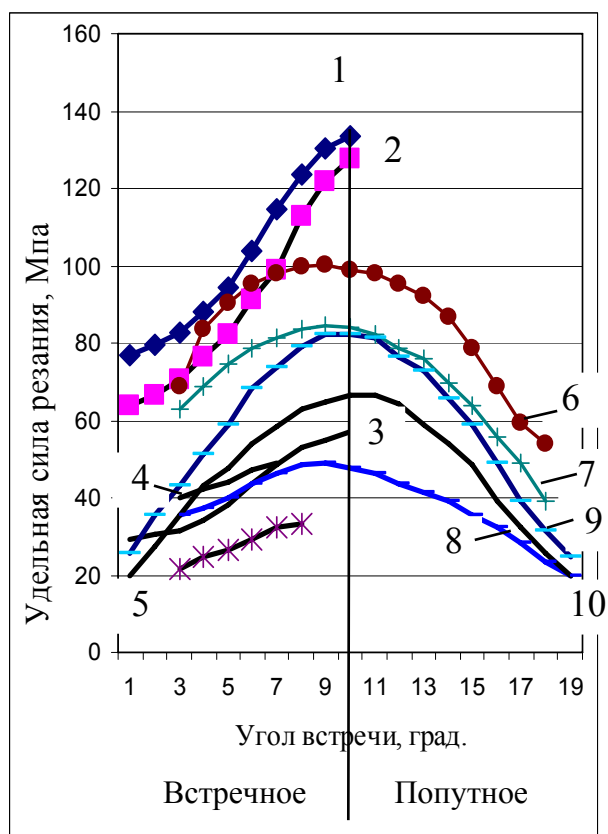


Рисунок 5 – Влияние угла встречи на удельную силу резания

На рис. 5 приведены результаты исследований различных авторов (табл. 1). На оси абсцисс отложены значения угла встречи $\varphi_в$ от 0° до 180° с интервалом 10° .

Из рисунка следует, что кривые графиков можно принять симметричными, близкими к синусоидальным. Рост кривых при встречном резании происходит симметрично падению кривых при попутном резании. Поэтому расчет режимов резания при встречном и попутном видах резания можно выполнять по одним формулам.

Таблица 1 – Условия исследований зависимости удельной силы резания от $\varphi_в$ [2]

Автор, год	Номер кривой	Условия опыта					
		Порода	$W, \%$	$V, \text{ м/с}$	$t, \text{ мм}$	$a, \text{ мм}$	$\delta, \text{ град}$
А.А. Смирнов, 1958	1	Лиственница	48	-	-	0,31	-
	2	Сосна	15	-	-	0,023	-
	3	Сосна	15	-	-	0,176	-
Н.И. Давыдова	4	Сосна	14...18	59,4	30	0,204	45
	5	Сосна	14...18	59,4	30	1,0	-
М.М. Козел, 1956	6	Сосна	14	38	2	0,042	-
	7	Сосна	14	89	2	0,248	-
	8	Сосна	14	38	2	0,248	-
	9	Дуб	-	48,9	-	-	51,5
И.С. Кугель	10	Береза	-	48,9	-	-	51,5

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Улучшение качественных параметров круглопильных станков [Текст] И.Т. Глебов/Технология качества жизни. Т. 5. №1, с. 53-60, Екатеринбург, 2005.
2. Ивановский, Е.Г. Фрезерование и пиление древесины и древесных материалов [Текст] Е.Г. Ивановский, П.В. Василевская, Э.М. Лаутнер / Лесн. пром-сть, 1971. 96 с.
3. Кряжев, Н.А. Преимущества попутной подачи при фрезеровании древесины в торец [Текст] Н.А. Кряжев // Деревообрабатывающая промышленность. 1971. №4. С.10-11.

Дунаев А.А., Исаков С.Н., Куцубина Н.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

Nelly3416@mail.ru

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ*

THE DIAGNOSTIC PASSPORTING OF THE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Технологическое оборудование отраслей лесопромышленного комплекса характеризуется повышенным числом отказов и значительным экономическим ущербом, который наносится предприятиям в результате отказов.

С целью повышения эффективности работы оборудования является актуальным организация его технического обслуживания и ремонта на основе использования системы технической диагностики.

В узком смысле задачей диагностики обычно считают задачу поиска неисправностей и прогнозирование работоспособности узлов оборудования при эксплуатации.

В теоретическом плане задача диагностики может рассматриваться как задача выявления структурных параметров технического состояния оборудования (дефектов, повреждений, неисправностей, отклонений от требований технической документации) по их диагностическим признакам.

Результатом диагностики является заключение о техническом состоянии оборудования или его составных частей с указанием при необходимости места, вида и причины дефектов.

Однако часто на предприятиях отсутствует комплексная система накопления материалов результатов диагностики, информация, получаемая в результате диагностирования оборудования, оказывается разрозненной по различным документам, что усложняет процедуру проведения анализа технического состояния оборудования, мониторинга и прогнозирования его технического состояния, а также увеличивает их сроки.

Исключить указанные недостатки в организации системы диагностики технологического оборудования отраслей лесопромышленного комплекса позволит разработка технического документа, характеризующего техническое состояние оборудования в динамике его развития, иначе диагностического паспорта конкретного вида оборудования.

Диагностический паспорт предназначен для использования службой диагностики оборудования, специалистами отделов главного механика и главного энергетика, механиками и электриками с целью накопления ими опыта технической эксплуатации оборудования на основе его диагностирования.

* Работа проводилась под руководством д.т.н. проф. А.А. Санникова

Цель диагностической паспортизации - повышение эффективности работы оборудования путем решения следующих задач:

- 1) предотвращения аварийных отказов;
- 2) совершенствования методов, правил и организации диагностики технического состояния;
- 3) идентификации (выявления источников и причин) вибрации конструктивных элементов оборудования;
- 4) диагностического нормирования эксплуатационных параметров вибрации;
- 5) нормирования эксплуатационных параметров;
- 6) выявления диагностических характеристик (собственных частот и форм колебаний) конструкций оборудования;
- 7) прогнозирования параметров вибрации, выявление границ устойчивой и неустойчивой работы оборудования;
- 8) диагностирования технического состояния по качественным показателям вырабатываемой продукции, выявление зависимостей качественных показателей продукции от параметров вибрации оборудования;
- 9) выявления причин повышенной частоты (частоты случаев) отказов оборудования и путей повышения их надежности.

Структура и содержание диагностического паспорта должны отражать решение поставленных выше задач.

Нормирование вибрации оборудования

Диагностическое нормирование вибрации заключается в выявлении предельных параметров вибрации конкретных узлов оборудования при четырех состояниях: хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно и аварийно. При оценке "хорошо" оборудование принимается в эксплуатацию после модернизации, при оценке "удовлетворительно" может эксплуатироваться без последствий как угодно долго, при оценке "неудовлетворительно" должны быть проведены мероприятия по устранению дефектов при ближайшем плановом останове, а при оценке "аварийно" оборудование должно быть остановлено немедленно.

Нормативные диагностические параметры вибрации выявляются в процессе длительной подконтрольной эксплуатации оборудования.

Предельно допустимые параметры вибрации однотипных узлов определяются по формуле

$$[X]_c = \bar{X} + k \cdot \sigma_x,$$

где $[X]_c$ - статистически допустимый параметр вибрации;

\bar{X} = среднеарифметическое значение сигнала,

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^N \frac{X_i}{N},$$

X_i - параметр вибросигнала i -го узла;

N - количество однотипных узлов;

σ_x - среднеквадратическое отклонение сигнала,

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}},$$

где $K \approx 2$ - квантиль распределения.

Если измеренный параметр вибрации $X \leq [X]_c$, есть уверенность, что узел исправлен, если $X > [X]_c$, необходим осмотр и подконтрольная эксплуатация узла.

Для предварительного ориентировочного нормирования вибрации, например, деревообрабатывающих станков, можно использовать нормативные параметры вибрации, приведенные в [1-3]. Рекомендуется приведенные СКЗ виброскоростей в октавных полосах частот принять за нормативные значения СКЗ виброскоростей всех узкополосных составляющих спектра, расположенных в соответствующих октавных полосах. Эти СКЗ рекомендуется принять за границу состояний "удовлетворительно - неудовлетворительно".

В процессе подконтрольной эксплуатации границы зон состояний должны уточняться.

Эксплуатационное нормирование неуравновешенности валов, роторов, несоосности сопрягаемых валов и монтажных отклонений

Предусматривается четырехбальная оценка технического состояния по перечисленным параметрам с границами зон состояний, отстоящих на два нормочисла.

При нормировании неуравновешенности валов, роторов, нормативные степени точности балансировки [1-3] принимаются как границы зон В-С, т.е. как граничные между состояниями "удовлетворительно - неудовлетворительно".

Нормативные дисбалансы и абсолютные прогибы валов (биение) на границе состояний "хорошо - удовлетворительно" (А-В) должны приниматься как предельно допустимые при балансировке, а на границах В-С и С-Д - при оценке состояния валов при эксплуатации.

Необходимости в балансировке валов нет, если параметры вибрации не превышают граничного значения зон В-С. Если параметры вибрации подшипниковых опор на оборотной частоте соответствующих валов превышают значения границы зон В-С, но меньше границы С-Д, необходимо провести балансировку в ближайшие остановы. Если же параметры вибрации превышают значения границы С-Д, балансировку необходимо произвести немедленно.

Границы устойчивой работы оборудования по его вибрационному состоянию

Основным источником вибрации валов, роторов, станин и фундамента, характеризующим вибрационное состояние, например, деревообрабатывающего станка, являются центробежные силы инерции неуравновешенных масс валов и ударные нагрузки при резании древесины. Частоты вращения валов и роторов, определенные по формуле

$$f = \frac{V_M}{60\pi d_B}, \text{ об/с,}$$

где V_M - окружная скорость вала или ротора, м/мин;

d_B - диаметр вала или ротора, м.

Окружные скорости валов и роторов оборудования, соответствующие неустойчивому V_{M1} , а также нежелательным V_{M2} и V_{M3} скоростным режимам работы в соответствии с зависимостями равны:

$$V_{M1} = 60\pi d_B (0,85 \dots 1,15) f_0;$$

$$V_{M2} = 60\pi d_B (1,7 \dots 2,3) f_0;$$

$$V_{M3} = 60\pi d_B (0,42 \dots 0,57) f_0.$$

Прогнозирование вибрации валов и роторов, станин и фундаментов при увеличении скорости оборудования по результатам диагностирования

Для прогнозирования вибрации конструкции необходимо определение собственных частот колебаний конструкций, параметров вибрации при достигнутой скорости оборудования, а также необходима идентификация вибрации (выявление ее источников и причин). Прогнозирование вынужденных колебаний производится по каждой наиболее значимой частоте спектра.

Пусть $S_{aэ}$ и $V_{ээ}$ – амплитуда виброперемещений и СКЗ виброскорости конструкции на частоте источника вибрации $f_э$ на соответствующей скорости $V_{мэ}$. Требуется определить амплитуду виброперемещений S_{an} или СКЗ виброскорости V_{en} на прогнозируемой частоте f_n при прогнозируемой скорости V_{mn} . Обычно

$$\frac{f_n}{f_э} = \frac{V_{mn}}{V_{мэ}}.$$

Собственная частота колебаний конструкции f_0 .

Амплитуда виброперемещений и СКЗ виброскорости конструкции при увеличении скорости с $V_э$ до $V_{эn}$, м/мин, определяется по формулам:

$$S_{an} = S_{aэ} \left(\frac{V_{n}}{V_э} \right)^2 \sqrt{\frac{(1-\eta_э^2)^2 + \frac{\eta_э^2}{\alpha_p^2}}{(1-\eta_n^2)^2 + \frac{\eta_n^2}{\alpha_p^2}}}; \quad V_{en} = V_{ээ} \left(\frac{V_{n}}{V_э} \right)^3 \sqrt{\frac{(1-\eta_э^2)^2 + \frac{\eta_э^2}{\alpha_p^2}}{(1-\eta_n^2)^2 + \frac{\eta_n^2}{\alpha_p^2}}},$$

где $\eta_э = \frac{f_э}{f_0}$; $\eta_n = \frac{f_n}{f_0}$ - частотные отношения; α_p - коэффициент усиления ко-

лебаний при резонансе, принимаемый равным $\alpha_p = 10$ при прогнозировании вибрации станин и фундаментов и $\alpha_p = 20$ при прогнозировании вибрации валов и других межопорных металлических конструкций.

$$\text{При } \eta_n < 0,4 \quad S_{an} \approx S_{aэ} (f_n/f_э)^2; \quad V_{en} \approx V_{ээ} (f_n/f_э)^2.$$

Разработка диагностических паспортов для конкретных видов оборудования является, на наш взгляд, одним из наиболее эффективных путей совершенствования системы диагностики оборудования на лесопромышленных предприятиях.

Библиографический список

1. Нормативные параметры вибрации деревообрабатывающего оборудования/ А.А. Санников, Я.Я. Кистер, А.Е. Вохменцев. – М.: Минлеспром СССР, 1989. – 16 с.

2. Методы, средства и правила виброзащиты и диагностики технического состояния лесопильного оборудования: Методические рекомендации/ А.А. Санников, Я.Я. Кистер, А.Е. Вохменцев.- Утв. Минлеспромом 25.12.89.-М.: Минлеспром СССР, 1989. – 105 с.

3. Виброзащита и диагностика технического состояния оборудования плитного производства: : Методические рекомендации/ А.А. Санников, Я.Я. Кистер, С.Н. Вихарев, А.Б. Зырянова.- Утв. Минлеспромом 20.12.90.-М.: Минлеспром СССР, 1989. – 87 с.

Кузнецов А.И., Шевченко А.И., Зелепукин Д.А.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) akwer@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕКРЕМЕНТА ЗАТУХАНИЯ КОЛЕБАНИЙ КРУГЛЫХ ПИЛ

RESEARCH LOGARITHMIC DECREMENT OF OSCILLATION OF CIRCULAR SAW

Колебательные процессы в круглых пилах оказывают значительное влияние на устойчивость круглых пил, повышают их динамическую напряжённость, снижают прочность и нередко являются причиной поломок [1].

Различают собственные и вынужденные, а также автоколебания, возникновение которых не связано с действием периодических сил.

Выделяют следующие направления по минимизации колебательных процессов:

1. Уменьшение поступления энергии, вызывающей колебания.
2. Увеличение рассеяния энергии уже возникших колебаний.

В первом направлении рабочие частоты вращения пил отстраивают от критических частот вращения. Тем не менее, в процессе эксплуатации изменяется напряженно-деформированное состояние пил, что иногда приводит к резонансным явлениям. При пусках и остановках пилы неизбежно кратковременно попадают в резонанс. Также, следует отметить большое количество процессов, которые приводят к поглощению дисками пил случайной и периодической энергии. Например, случайные удары и вибрация в станке, геометрические погрешности и т.д.

Во втором направлении принимают различные меры по повышению уровня демпфирования колебательной системы. Различают следующие виды рассеяния энергии: потери в материале диска пилы, на контактных поверхностях зажимных фланцев и в среде, где помещена колебательная система. Количественную оценку демпфирующих свойств системы при затухании свободных колебаний (рисунок 1) характеризует логарифмический декремент колебаний [2], вычисляемый по формуле (1).

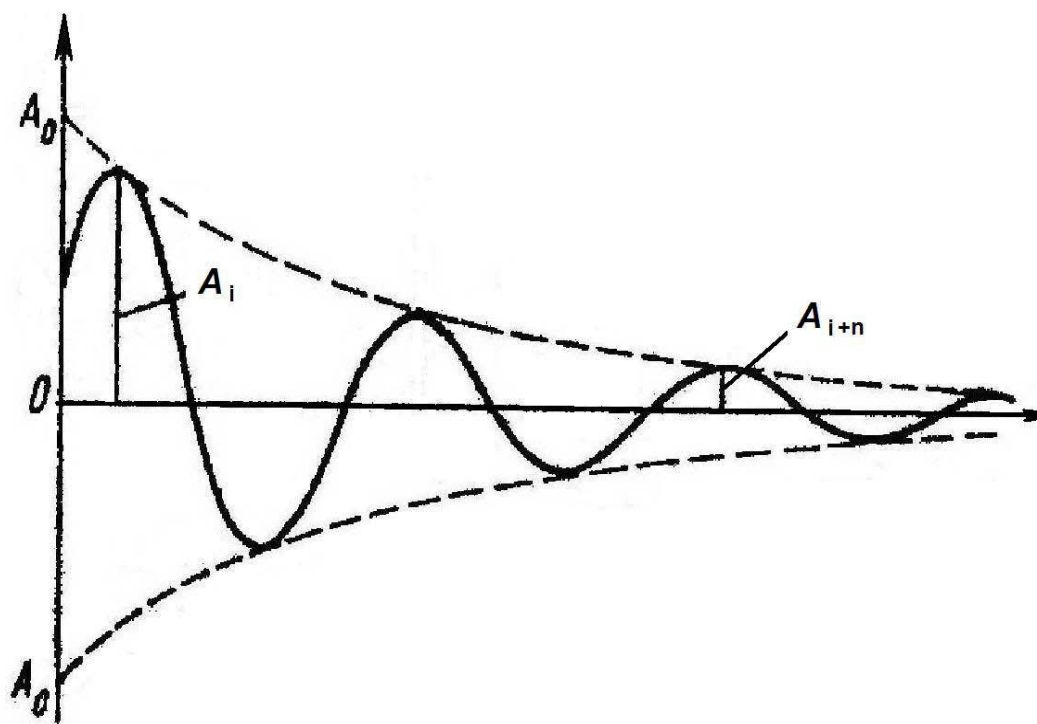


Рисунок 1 – Свободные затухающие колебания

$$\delta = \frac{1}{n_{ц}} \ln \frac{A_i}{A_{i+n}}, \quad (1)$$

где A_i, A_{i+n} - амплитуды затухающих колебаний в начале и в конце интервала, состоящего из $n_{ц}$ циклов.

Целью работы являлось исследование декремента колебаний нескольких круглых пил с диаметром 500 мм.

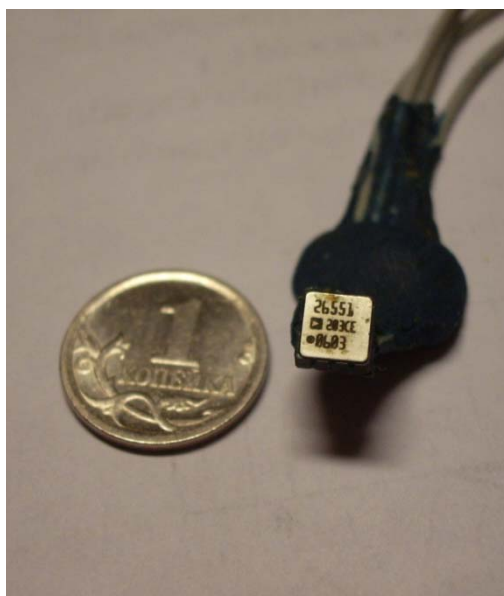
В первом случае исследование проводили на пиле, зажатой зажимными фланцами без демпфирующего материала.

Во втором случае исследовался декремент собственных колебаний пилы с приклеенными кольцами.

Исследования проводились на экспериментальной установке (рисунок 2), состоящей из генератора звуковых частот ГЗ-109, электромагнитного вибратора, массивного основания на котором в зажимные фланцы в горизонтальное положение устанавливалась исследуемая пила. Далее в пиле возбуждались резонансные колебания, за которыми следили по наличию и активностью так называемых «песочных фигур Хладни»[1]. После этого устанавливали акселерометр ADXL 203 фирмы «Analog Devices» (рисунок 3) в то место пилы, где амплитуда колебаний максимальна. Сигнал с акселерометра передавался на плату сбора данных NI6008 подключенной к ноутбуку Compaq nx9005 и управляемой программой в среде LabView[3,4]. Программа (рисунок 4) выводила текущие осциллограммы на дисплей и сохраняла результаты измерений в файлах. Обработка данных эксперимента проводилась в системе Matlab [5].



Рисунок 2 – Стенд для исследования декремента круглых пил



GENERAL DESCRIPTION

The ADXL103/ADXL203 are high precision, low power complete single and dual axis accelerometers with sign conditioned voltage outputs, all on a single monolithic ADXL103/ADXL203 measures acceleration with a full range of $\pm 1.7 g$. The ADXL103/ADXL203 can measure dynamic acceleration (e.g., vibration) and static acceleration (e.g., gravity).

The typical noise floor is $110 \mu g/\sqrt{Hz}$, allowing signals $1 mg$ (0.06° of inclination) to be resolved in tilt sensing applications using narrow bandwidths ($< 60 Hz$).

The user selects the bandwidth of the accelerometer using capacitors C_X and C_Y at the X_{OUT} and Y_{OUT} pins. Bandwidth 0.5 Hz to 2.5 kHz may be selected to suit the application.

The ADXL103 and ADXL203 are available in $5 mm \times 2 mm$, 8-pad hermetic LCC packages.

Рисунок 3 – Акселерометр ADXL203 и его техническое описание

Электронный архив УГЛТУ

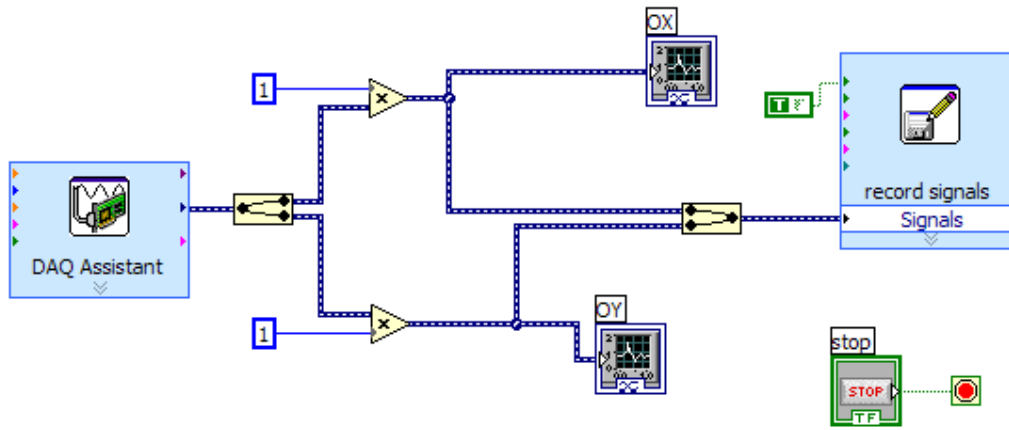


Рисунок 4 – Блок диаграмма двух канального акселерометра с функцией самописца



Рисунок 5 – Исследуемые пилы (слева пила без демпфирующих колец, справа с демпфирующими кольцами)

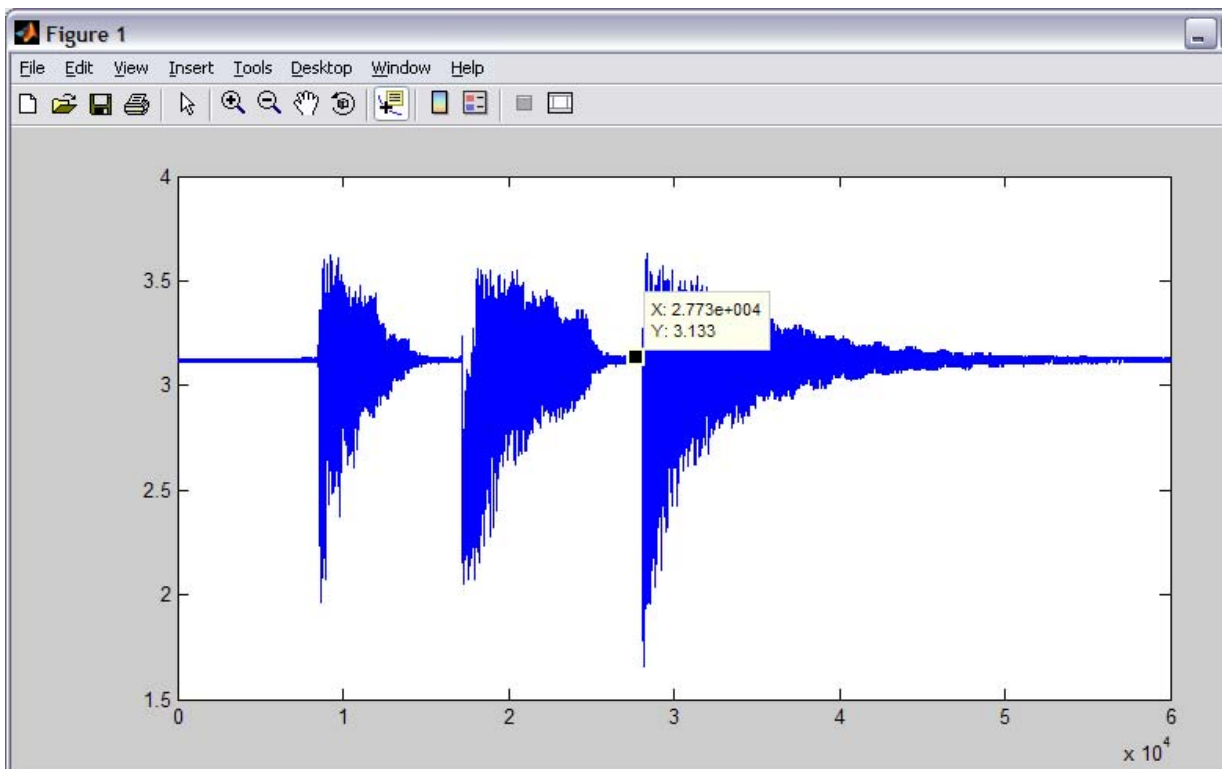


Рисунок 6 – Пила1 (затухающие свободные колебания)

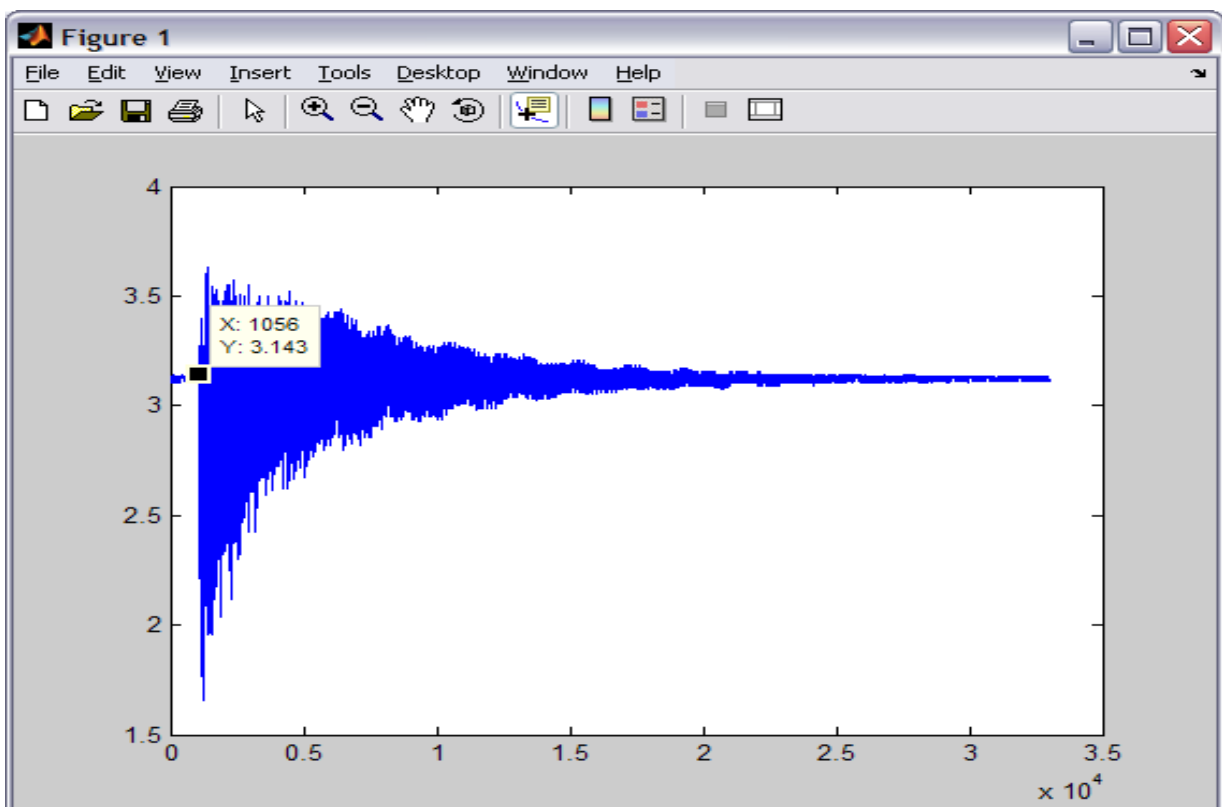


Рисунок 7 – Пила1 (начальный отсчет времени)

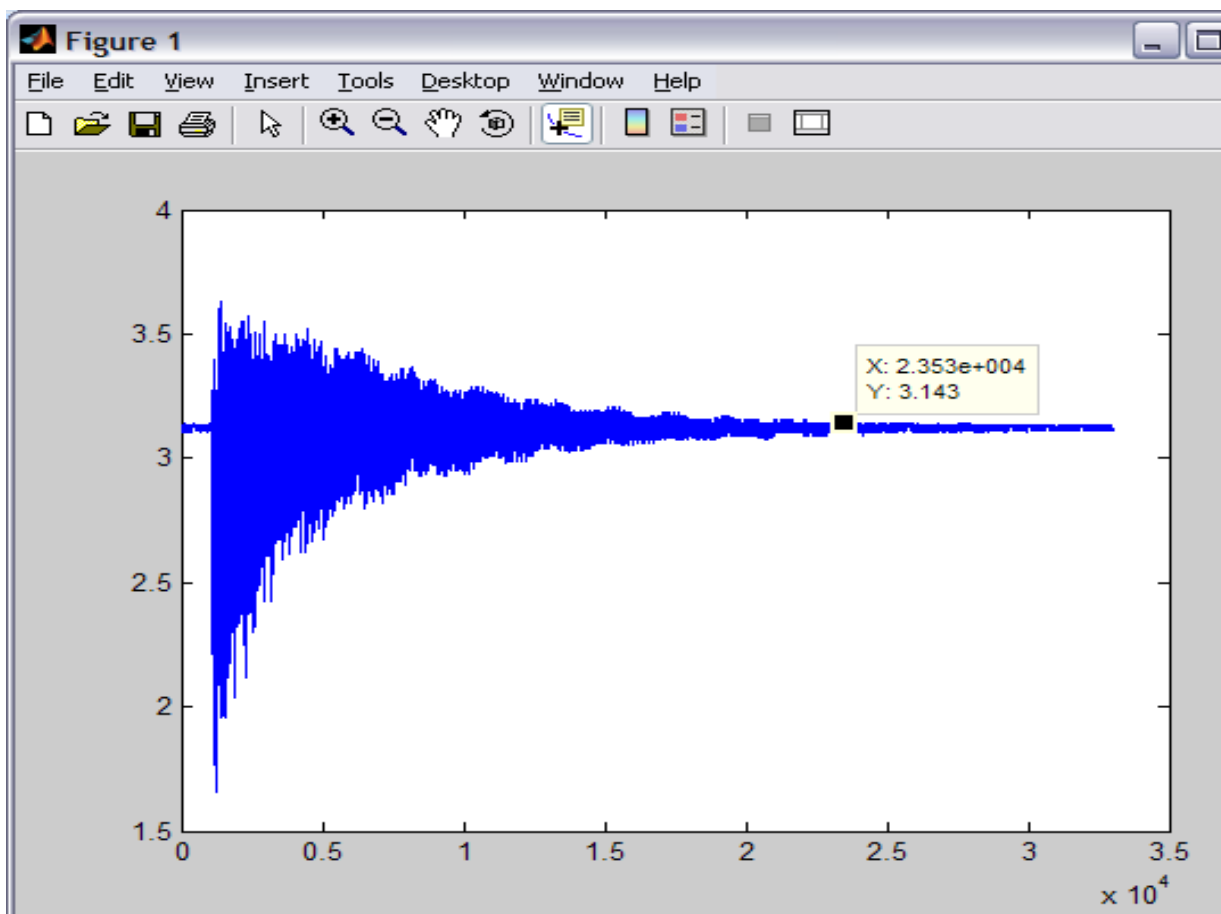


Рисунок 8 – Пила1 (конечный отсчет, время процесса равно 4.495с.)

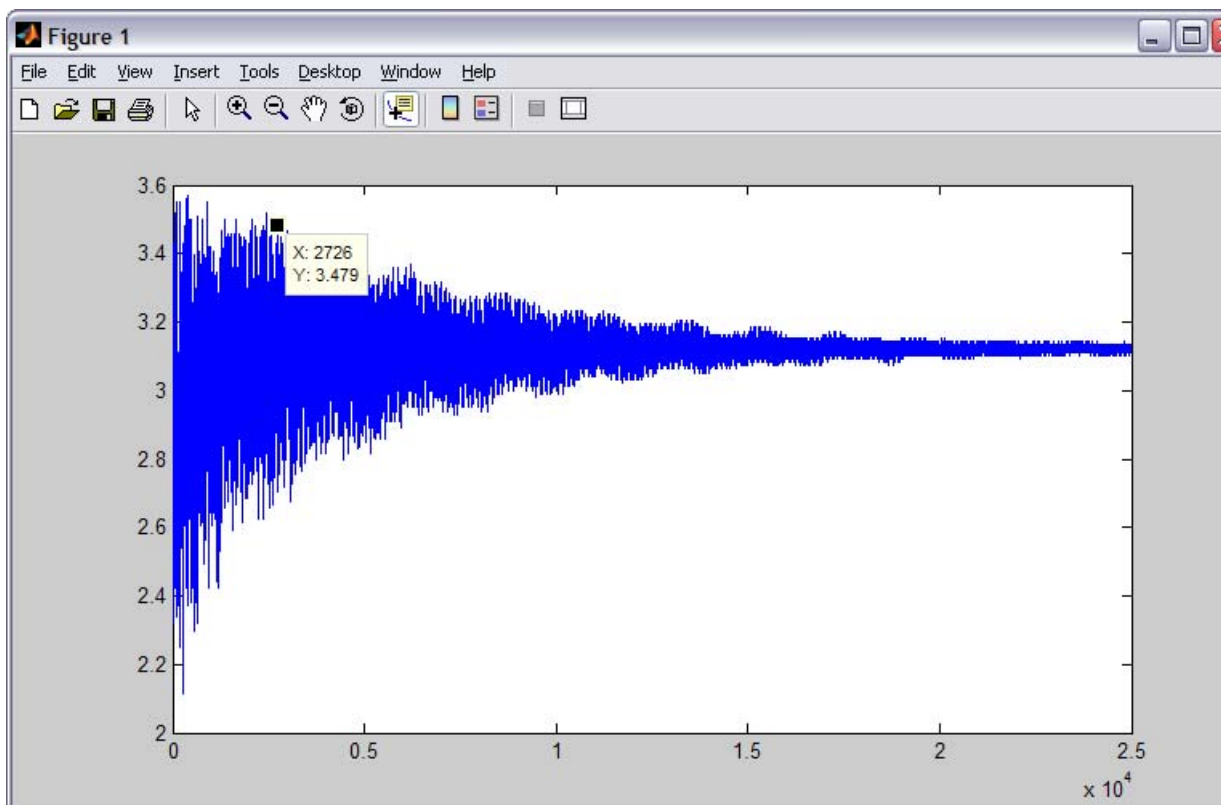


Рисунок 9 – Пила1 (начальная амплитуда)

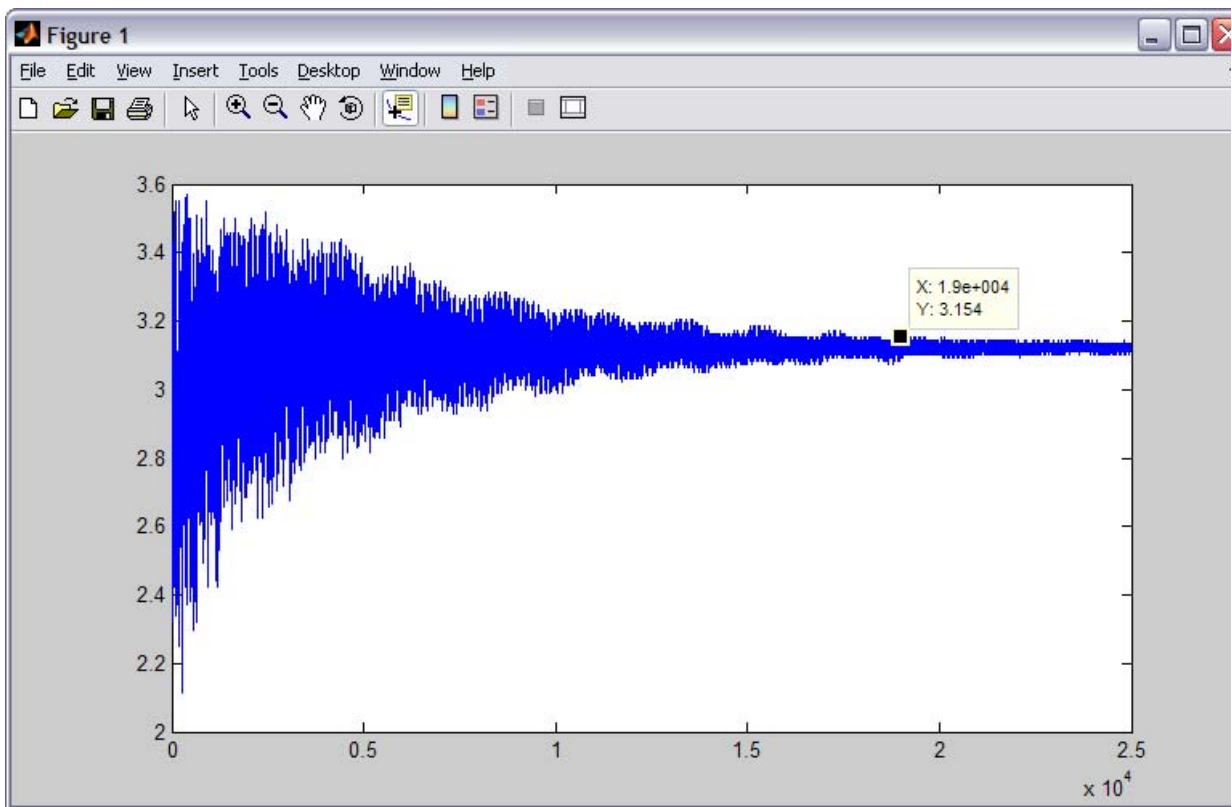


Рисунок 10 – Пила1 (конечная амплитуда)
Декремент = 0,297% (Декремент рассчитан для F=244 Гц)
Для F=131.8 Гц он равен 0,549%

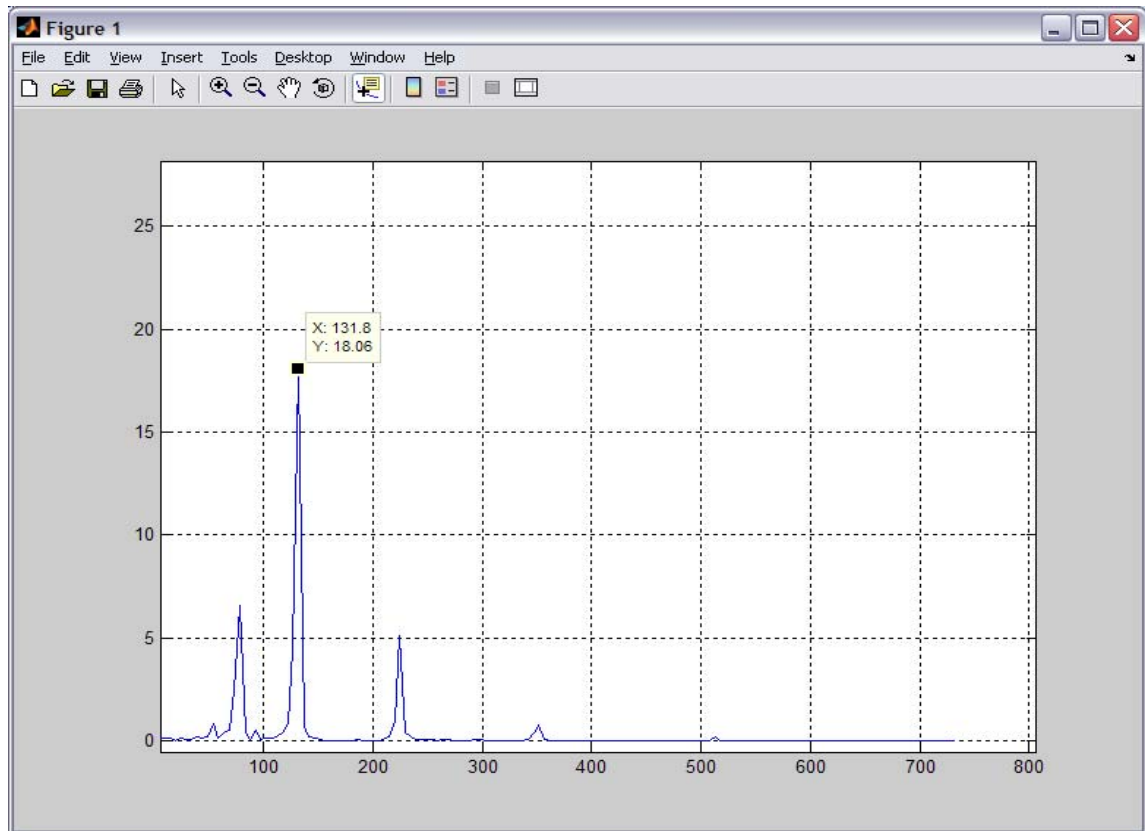


Рисунок 11 – Пила1, частоты полученные Фурье преобразованием. Слева направо, Гц:
78,13; 131,8; 224,6

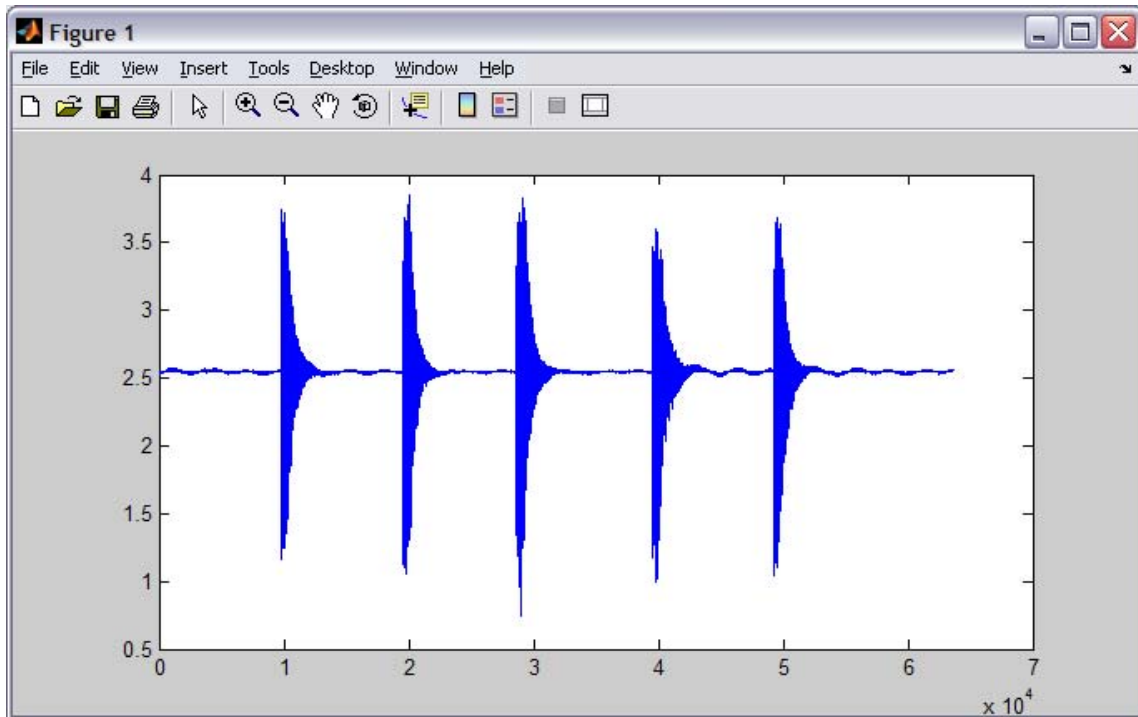


Рисунок 12 – Пила 2 (затухающие свободные колебания)

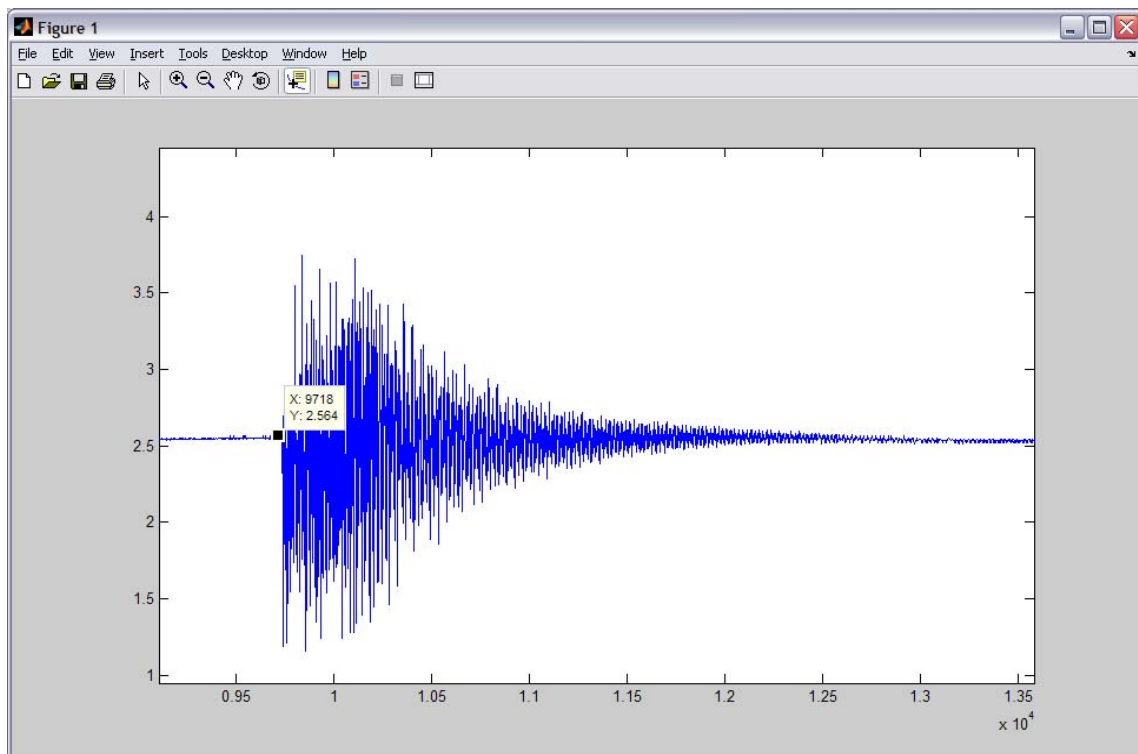


Рисунок 13 – Пила 2 (начальный отсчет времени)

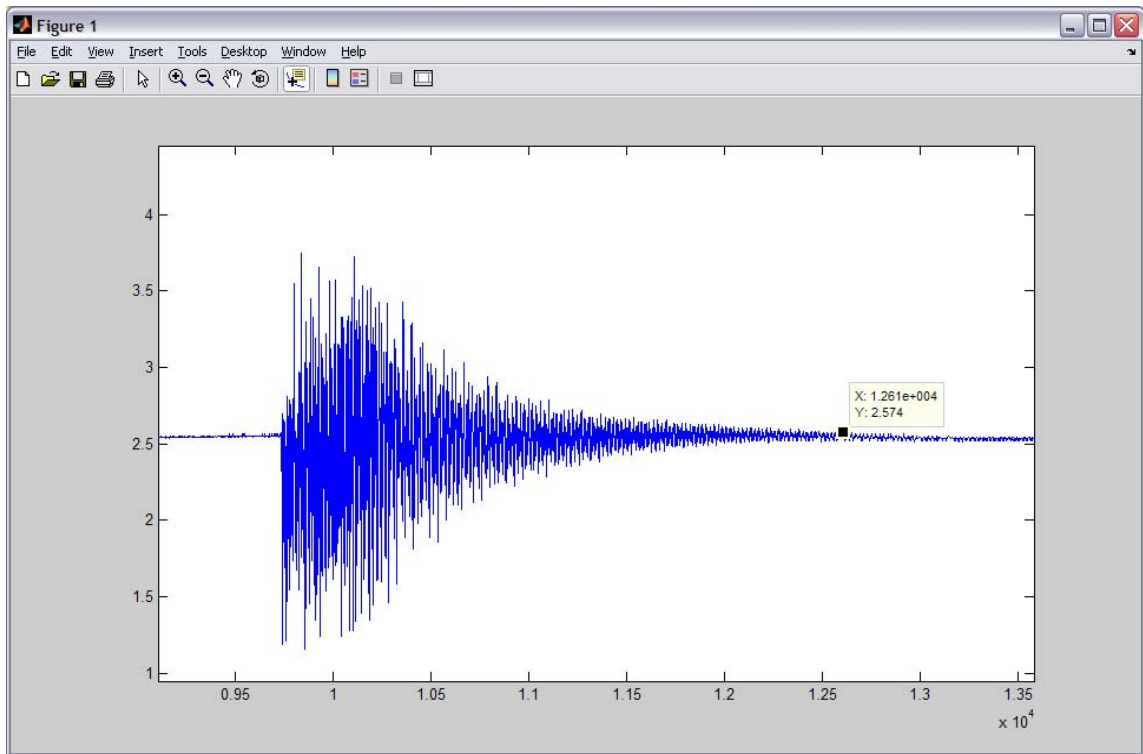


Рисунок 14 – Пила 2 (конечный отсчет)
Следовательно, время процесса равно $(12610-9718)/5000=0,578$ с

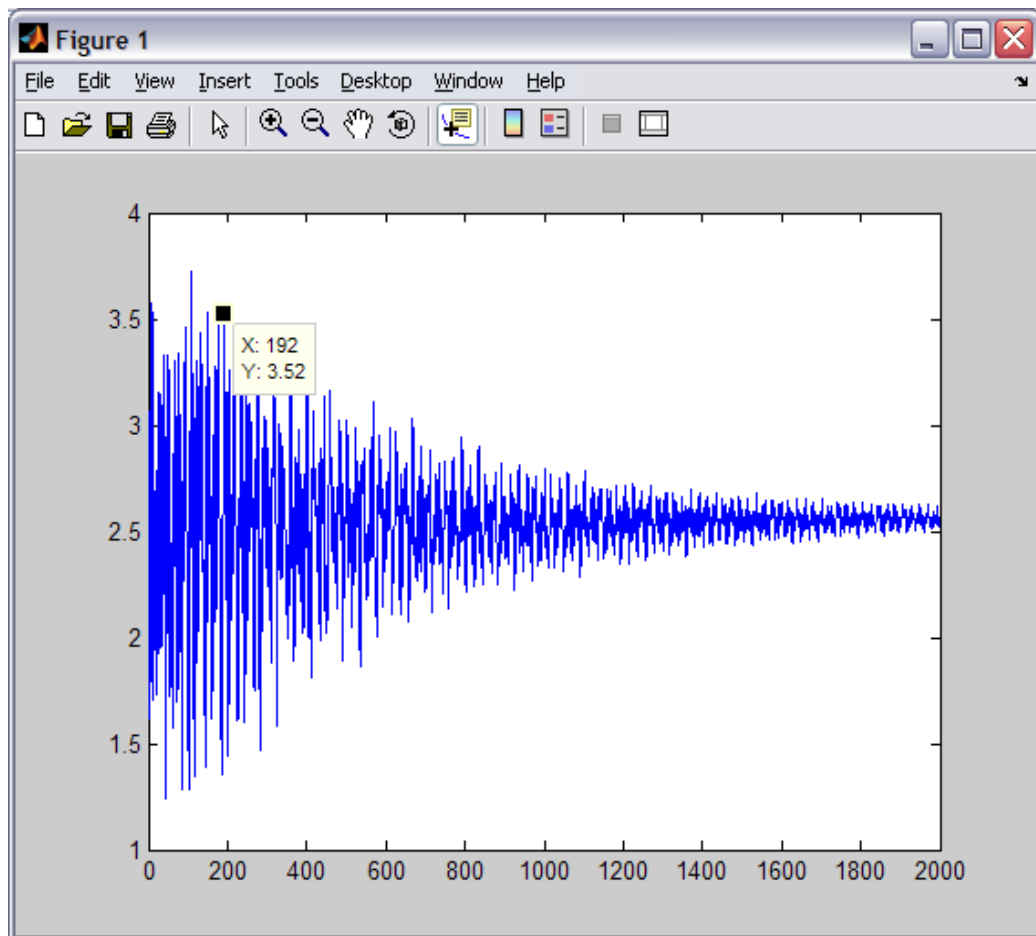


Рисунок 15 – Пила 2 (начальная амплитуда)

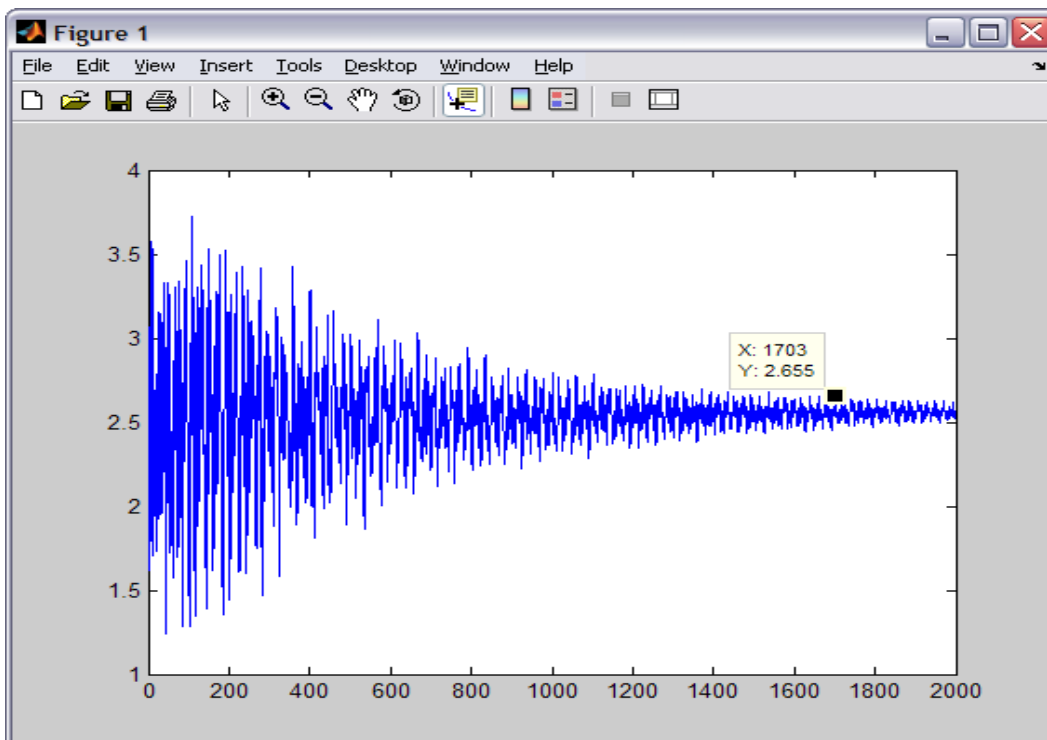


Рисунок 16 – пила 2 (конечная амплитуда)

Декремент = 2.555 %, что в 8,61 раза выше чем у пилы без приклеенных колец.
(Декремент рассчитан для $F=244$ Гц)

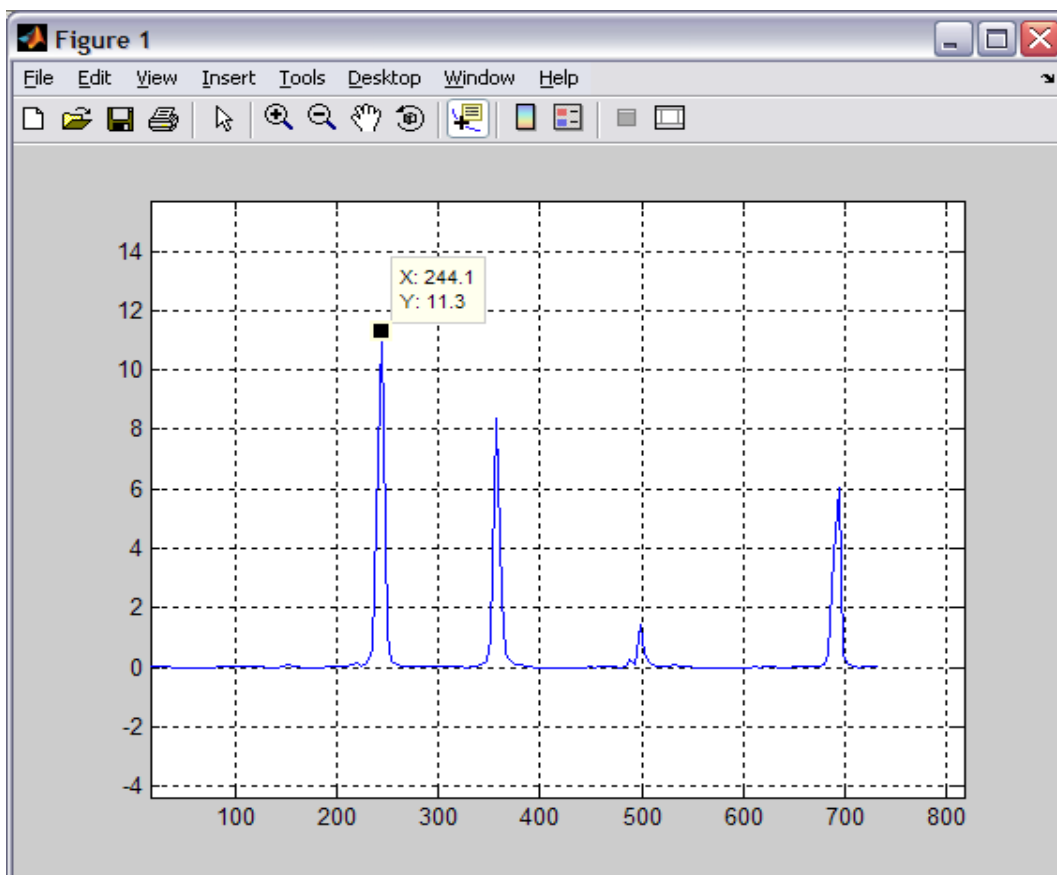


Рисунок 17 – Пила 2, частоты полученные Фурье преобразованием. Слева направо, Гц:
244,1; 356,4; 498; 693,4.

Кроме этого исследовались колебания пилы с демпфирующим материалом находящимся внутри фланцев. Однако эти исследования не принесли отличительных результатов и в работе не рассматриваются.

Вывод:

Проведенные эксперименты показывают, что демпфирующие свойства пилы с наклеенными кольцами лучше (по декременту в 8,61 раз, по времени затухания колебаний в 7,8 раза) чем свойства пилы без демпфирующих колец.

В связи с тем, что пильные диски поставляются без демпфирующих колец, авторы видят развитие этого направления в поиске конструктивного решения зажимных фланцев с элементами демпфирующих колец.

Библиографический список

1. Стахийев Ю.М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил [Текст]: / Стахийев Ю.М. М., “Лесная промышленность”, 1977. 296 с.
2. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний [Текст]: учеб. пособие. /Пановко Я.Г. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980.-272 с.
3. Евдакимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И.[Текст]: LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW. М.: ДМК Пресс, 2007. – 400с.
4. 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.
5. Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения [Текст]: Серия «Библиотека профессионала».- М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.: ил.

Куцубина Н.В., Королев А.В, Крючков Н.А.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) Nelly3416@mail.ru

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕМПФЕРОВ ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВИБРАЦИИ ВАЛОВ, УСТАНОВЛИВАЕМЫХ НА РЫЧАГАХ

ABOUT POSSIBILITY OF APPLICATION DEMPFRERS OF THE LIQUID FRICTION FOR REDUCTION OF VIBRATION OF THE SHAFT ESTABLISHED ON LEVERS

В бумагоделательных машинах многие валы устанавливаются на рычагах с пневматическим, гидравлическим или винтовым подвесом (прижимом). К таким валам относятся сетконатяжные валы сеточных столов, вакуум-пересасывающие валы, прижимные валы прессов, валы каландров. Имеется принципиальная возможность уста-

новки на рычагах сукно-, сетко- и бумаговедущих валов прессовых и сушильных частей при работе этих валов в гибком (зарезонансном) режиме.

В резонансном и околорезонансном режимах работы такие валы совершают интенсивные качательные колебания относительно осей рычагов [1].

В статье, подготовленной под руководством д.т.н. А.А. Санникова обсуждается на примере виброзащиты сетководущего вала опыт и возможности применения демпферов жидкостного трения для уменьшения вибрации валов на рычагах.

Демпфирование колебаний валов на рычагах актуально при проектировании или модернизации бумагоделательных машин, особенно тогда, когда при увеличении скорости машины колебания валов приближаются к опасным резонансным режимам работы. Применение демпферов позволяет при модернизации машин сохранять без изменения конструкцию валов и их поддерживающих элементов.

Характерным свойством демпферов жидкостного трения является наличие трения, создающего условия для рассеяния энергии колебаний при прохождении жидкости через узкие каналы.

Демпферы жидкостного трения исполняются с односторонним и двухсторонним действием, в том числе устанавливаемые параллельно с упругим элементом или с упругим и демпфирующим элементом в одной конструкции.

Рассмотрим для примера применение демпфера двухстороннего действия, разработанного А.М. Витвининым для снижения резонансной вибрации сетководущего вала бумагоделательной машины [2], выполненного в одной конструкции с упругим элементом в виде пружин, для виброзащиты сетководущего вала.

Сетководущий вал с вибродемпфирующими упругими опорами (рис.1) состоит из вала 1, установленного на рычагах 2, один конец которых шарнирно подвешен к кронштейнам 3 продольных балок сеточного стола. Нижние концы рычагов при помощи упругих элементов 4 опираются на вибродемпфирующие упругие опоры 5, которые крепятся к стойкам 7, установленным на фундаментные шины сеточного стола и состоят из корпуса 6, цилиндра 9, заполненных маслом, штока с поршнем 10, дроссельных регулируемых клапанов прямого 11 и обратного 12 хода, цилиндрической 13 и тарельчатых 14 пружин.

При колебаниях вала шток с поршнем перемещается относительно цилиндра, жестко связанного с корпусом 8 демпфера. За счет трения в тарельчатых пружинах и перепуска демпфирующей жидкости через дроссели происходит демпфирование колебаний, сглаживающее колебания натяжения сетки.

Вибрационный расчет сетководущего вала на рычагах с гидравлическими упругодемпфирующими опорами при силовом возбуждении колебаний центробежными силами инерции неуравновешенных масс вала и при кинематическом возбуждении из-за колебаний натяжения сетки сводится к следующему.

Динамическая модель сетководущего вала с вибродемпфирующими упругими опорами показана на рис. 2, где обозначено:

m - масса вала, приходящаяся на одну опору;

F_u - центробежная сила инерции неуравновешенных масс вала, приходящаяся на одну опору $F_u = 0,5me\omega^2$. Проекция силы инерции неуравновешенных масс вала на касательную X к траектории движения оси вала:

$$F_{ux} = 0,5me\omega^2 \cos \omega t; \quad (1)$$

где e - удельный дисбаланс вала;
 ω - угловая частота вращения вала;

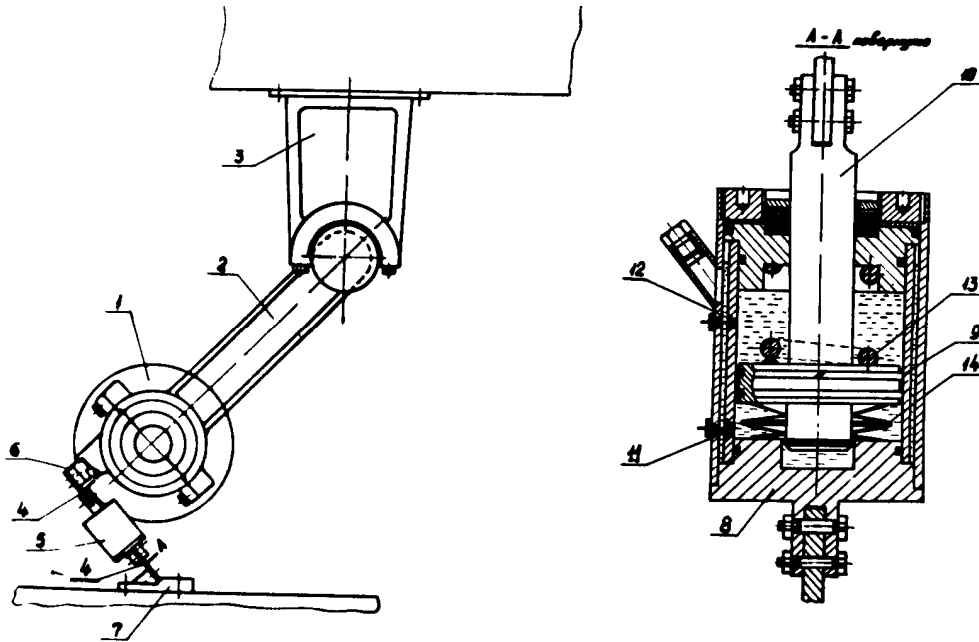


Рисунок 1 – Гидравлический демпфер сетководущего вала:
 1 – сетководущий вал; 2 – рычаги; 3 – кронштейны; 4 – упругие элементы;
 5 - вибродемпфирующие упругие опоры; 6 – корпус; 7 – стойки; 9 - цилиндр;
 10 - шток с поршнем; 11 – клапан прямого хода; 12 - клапан обратного хода;
 13 – цилиндрическая пружина; 14 – тарельчатая пружина

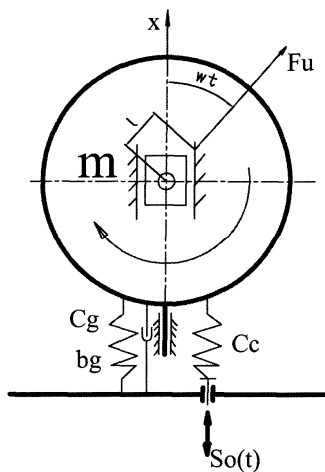


Рисунок 2 – Динамическая модель сетководущего вала с вибродемпфирующей упругой опорой

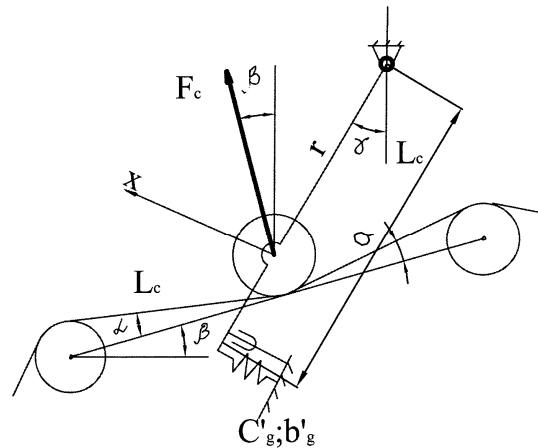


Рисунок 3 – Кинематическая схема сетководущего вала

$S_o(t)$ - параметр, характеризующий кинематическое возмущение сетководущего вала, $S_o(t) = S_{ao} \cos(\omega_1 t)$. Кинематическое возмущение с амплитудой S_{ao} и угловой частотой ω_1 проявляется, в частности, из-за периодического изменения натяжения сетки,

вызываемого, например, изменяющейся силой трения сетки о крышки отсасывающих ящиков при пульсации в вакуумной системе;

C_g, b_g - приведенные к оси вала коэффициенты жесткости и неупругого сопротивления упругодемпфирующей опоры вала,

$$C_g = C_g' \frac{a^2}{r}; \quad b_g = b_g' \frac{a^2}{r}, \quad (2)$$

C_g', b_g' - коэффициенты жесткости и неупругих сопротивлений упругодемпфирующей опоры;

C_c - приведенный к оси вала коэффициент жесткости сетки.

Для схемы, представленной на рис. 3,

$$C_c = \frac{(E\delta)B_c}{L_c} \sin^2 \alpha \cos^2(90^\circ - \gamma - \beta), \quad (3)$$

где $(E\delta)$ - параметр, характеризующий коэффициент жесткости сетки единичной длины и ширины;

B_c - ширина сетки;

r и a - расстояния до оси вращения рычага от оси вращения вала и от опорной точки на рычаге для демпфера;

L_c - длина участка сетки между валами;

γ - угол наклона к вертикали рычага вала;

β - угол наклона к вертикали реакции сетки на вал;

α - угол наклона ветвей сетки к межцентровой линии валов, смежных рассматриваемому;

x - вектор направления колебаний вала;

S_o - параметр, характеризующий кинематическое возмущение сетководущего вала

$$S_o(t) = S_{ao} \cos(\omega_1 t).$$

Кинематическое возмущение с амплитудой S_{ao} и угловой частотой ω_1 проявляется, в частности, из-за периодического изменения натяжения сетки, вызываемого, например, изменяющейся силой трения сетки о крышки отсасывающих ящиков при пульсации в вакуумной системе.

Колебания вала при силовом возбуждении описываются дифференциальным уравнением

$$m \ddot{x} + b_g \dot{x} + (C_g + C_c)x = me\omega^2 \cos \omega t, \quad (4)$$

амплитуды и фазы колебаний определяются по формулам:

$$S_a = e^{-\frac{\eta^2}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + \frac{\eta^2}{\alpha_p^2}}}}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{\eta^2}{\alpha_p^2(1-\eta^2)}. \quad (5)$$

Собственная частота колебаний находится по формуле

$$\omega_o = \sqrt{(C_g + C_c)/m}. \quad (6)$$

Дифференциальное уравнение, описывающее колебания вала при кинематическом возбуждении

$$m\ddot{x} + b_g \dot{x} + (C_g + C_c)x = C_c S_{a0} \cos(\omega t). \quad (7)$$

Амплитуда и фаза колебаний определяются по формулам:

$$S_a = \alpha_c S_{a0} \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \eta^2\right)^2 + \frac{\eta^2}{\alpha_p^2}}}; \operatorname{tg} \beta = \frac{\eta^2}{\alpha_p^2 (1 - \eta^2)}, \quad (8)$$

где α_c - отношение приведенных коэффициентов жесткостей,

$$\alpha_c = C_c / (C_g + C_c). \quad (9)$$

Коэффициент динамического усиления колебаний при резонансе находится по зависимости

$$\alpha_p = \frac{\omega_0 m}{b_g} = \frac{\sqrt{(C_c + C_g)m}}{b_g}. \quad (10)$$

Коэффициент неупругих сопротивлений демпферов жидкостного трения пропорционален скорости движения жидкости в дроссельных каналах, зависит от длины l , диаметра d и количества дроссельных отверстий n_o , от площади поршня S и коэффициента динамической вязкости жидкости μ и определяется по формуле

$$b_g = 8\pi \frac{d}{n} \frac{\mu l}{n_o}, \quad (11)$$

где d_n – диаметр поршня.

При инженерных расчетах коэффициентов, учитывающих рассеивание энергии колебаний в демпферах другого типа, например гидropневматических, определяется эквивалентное значение коэффициентов неупругого сопротивления, исходя из равенства работ за цикл демпферов жидкостного трения и гидropневматического.

Работа демпфера жидкостного трения двухстороннего действия определяется по формуле

$$A = \pi b \omega S_a^2. \quad (12)$$

В демпферах одностороннего действия гидравлическое сопротивление создается при движении соединенных демпфером конструкций только в одном направлении. Поэтому для этих демпферов $b_{эKB} = b_g/2$.

Демпфирование пропорционально скорости перемещения поршня. Поэтому для повышения эффективности вибродемпфирования целесообразна установка демпферов через передаточные устройства.

В этом случае коэффициент неупругих сопротивлений увеличивается в квадрат передаточного отношения раз $b_{np} = b u^2$.

Приведенные выше формулы пригодны для определения параметров вибрации любых одномассовых конструкций с демпфером жидкостного трения.

Библиографический список

1. Санников А.А. Вибрация и шум технологических машин и оборудования лесного комплекса: моногр./А.А. Санников, В.Н. Старжинский, Н.В. Куцубина, Н.Н. Че-

ремных, В.П. Сиваков, С.Н. Вихарев. – Екатеринбург: Уральск. гос. лесотехн. ун-т, 2006. – 484 с.

2. Санников А.А. Колебания бумагоделательных машин и пути их устранения / А.А. Санников, А.М. Витвинин, Е.М. Королев. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 128 с.

Пашков В.К., Шишкин Д.Д. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ВИБРОАКТИВНОСТИ ГИБКИХ ВРАЩАЮЩИХСЯ ДИСКОВ

METHODS AND MEANS OF EXPERIMENTAL ESTIMATION VIBRATION ACTIVITY OF FLEXIBLE ROTATING DISKS

Режущие инструменты с корпусом в виде гибкого диска будут надежно работать, если положенная в основу эксплуатации форма равновесия устойчива. Для круглых плоских пил это плоская форма равновесия. Предельные значения внешних сил или факторов их обуславливающих, при которых становится возможным появление новых форм равновесия, называются критическими. При назначении рабочих частот вращения таких инструментов необходимо обеспечить их положение вне зоны динамической неустойчивости. Необходимые теоретические сведения о колебаниях и устойчивости круглых плоских пил изложены в работе [1].

Для отстройки рабочих частот пил от зон динамической неустойчивости необходимо знать, в общем случае, значения следующих параметров: статическую $\nu_{ст}$ и динамическую $\nu_{д}$ частоты диска; частоту назад ν_1 и вперед ν_2 бегущих цепей волн; число узловых диаметров λ наиболее вероятной формы колебаний диска; коэффициент динамичности B ; критическую частоту вращения $n_{кр}$. Эти параметры определяются экспериментально или расчетным путем.

В силу отклонений в линейных размерах, формы, начальных напряжений для одинаковых типоразмеров пил предпочтение отдают экспериментальным методам оценки виброактивности дисков. Известно несколько экспериментальных методов [2, 3, 4, 5].

На рис.1 приведена блок-схема экспериментальной установки для исследования форм λ и собственных частот колебаний $\nu_{ст}$, $\nu_{д}$ дисков пил.

Установка позволяет регистрировать и записывать сигнал дифференциального индуктивного датчика на осциллографе Н-008 и ЭО-7 параметров $\nu_{д}$ (от датчика 2), $\nu_{д}$, ν_1 и ν_2 (от датчика 8) диска и число оборотов пильного вала n от датчика 9. Колебания в диске возбуждаются генератором звуковой частоты ЗГ-10 при положении переключателя в позиции I. Значения частоты $\nu_{д}$ выведены дополнительно на экран электронного частотомера (поз. II), значения n (поз. III).

Типовая осциллограмма колебаний пилы приведена на рис. 2.

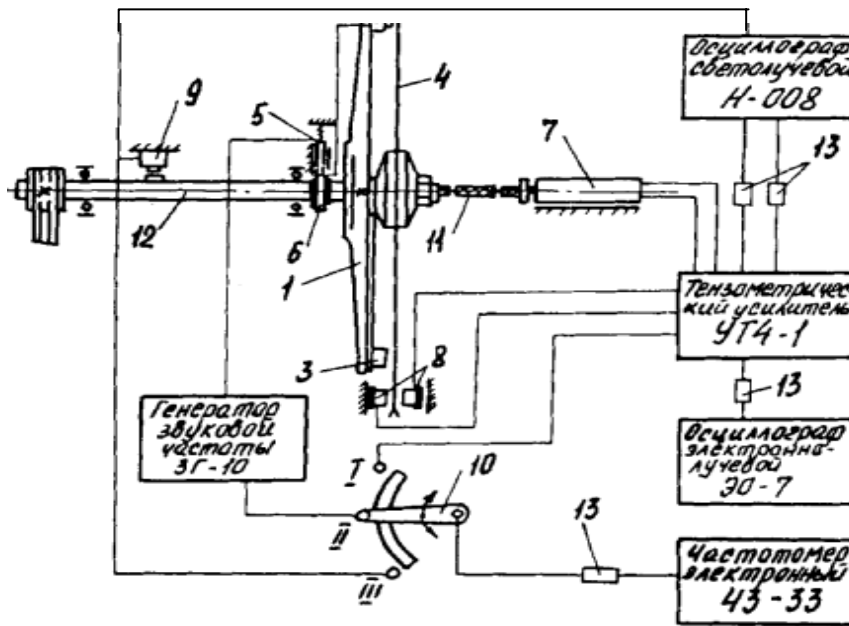


Рисунок 1 – Блок-схема экспериментальной установки: 1 – жесткий массивный диск; 2 – электромагнитный вибратор; 3 – индуктивный датчик; 4 – пильный диск; 5 – щетки; 6 – кольца токопроводящего устройства к вибратору 2; 7 - ртутный токосъемник; 8 – дифференциальный индуктивный датчик; 9 – отметчик числа оборотов; 10 – переключатель на позиции I, II и III; 11 – муфта; 12 – пильный вал; 13 – разъемы

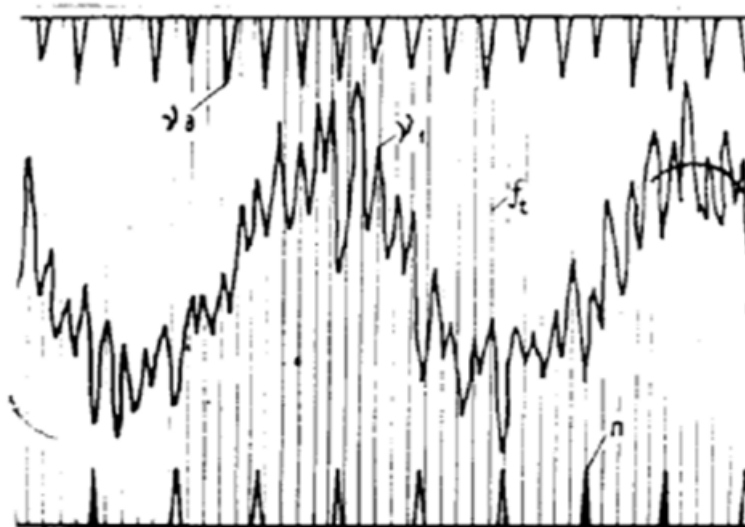


Рисунок 2 – Типовая осциллограмма колебаний пильного диска по форме с двумя узловыми диаметрами

Частота записанного процесса $\nu(\nu_d, \nu_1, \nu_2, n)$, Гц определяется из отношения

$$\nu = (f_t K) / K_t, \quad (1)$$

где f_t – частота отметчика времени, $f_t = 100$ Гц;

K_t – число отметок времени;

K – число периодов записанного процесса на длине осциллограммы, соответствующей значению K_t .

Определим параметры колебательного процесса пильного диска (рис. 2) по формуле (1): частота вращения пилы $n = 100 \cdot 8/41 = 19,5 \text{ с}^{-1}$; частота вперед бегущей волны колебаний по диску $\nu_1 = 100 \cdot 18/21 = 85,7 \text{ Гц}$; назад бегущей волны $\nu_2 = 100 \cdot 1/21 = 4,9 \text{ Гц}$; динамическая частота $\nu_d = 100/8/17 = 47 \text{ Гц}$.

Статическая частота $\nu_{ст}$ определяется по экрану электронного частотомера ЧЗ-33 визуально при $n = 0$, а форма колебаний – по количеству всплесков амплитуды колебаний на экране осциллографа при повороте вала вручную на один оборот. Только после этого вал разгоняется до заданного числа оборотов. Частота диска в статике $\nu_{ст} = 31,2 \text{ Гц}$. Остальные параметры колебательного процесса пилы определяются расчетом.

Динамический коэффициент B определяется по формуле

$$B = (\nu_d^2 - \nu_{ст}^2)/n^2 ; \quad (2)$$

$$B = (47^2 - 31,2^2)/19,5^2 = 3,2.$$

Число узловых диаметров (форма колебаний) λ определяется по формуле

$$\lambda = (\nu_1 - \nu_2)/2n ; \quad (3)$$

$$\lambda = (85,7 - 4,9)/(2 \cdot 19,5) = 2.$$

Критическая частота вращения $n_{кр}$ определяется по формуле

$$n_{кр} = \nu_d/\lambda ; \quad (4)$$

$$n_{кр} = 47/2 = 23,5 \text{ с}^{-1}.$$

Рабочая частота вращения пилы должна удовлетворять неравенству

$$n_{раб} \leq 0,85 n_{кр} . \quad (5)$$

В нашем случае $n_{раб} = 19,5 \leq 0,85 \cdot 23,5 = 20 \text{ с}^{-1}$.

Описанный метод точен, но при этом требуется сложная экспериментальная установка и неприемлем для исследования колебаний дисков при резании. В этом случае используют два неподвижных датчика колебаний, размещенных на одной окружности с центральным углом φ , например 30° . Датчиками регистрируются параметры ν_1, ν_2 . Форму колебаний устанавливают по сдвигу фаз между кривыми, записанными разными датчиками по назад бегущим волнам i . Если этот сдвиг выразить в долях периода рассматриваемой длины волны, то число узловых диаметров λ будет равно

$$\lambda = 360 / (\theta i). \quad (6)$$

Резонансные колебания в пиле поддерживаются двумя электромагнитными вибраторами, один из которых работает с частотой ν_1 , второй с частотой ν_2 . Схема размещения дифференциальных индуктивных датчиков и вибраторов приведена на рис. 3,а. Установка отличается от описанной выше отсутствием жесткого диска с вибратором и датчиком, установленными на нем.

На рис. 3,б приведена типовая осциллограмма колебаний диска пилы с $\lambda = 2$. Записи на осциллограммах соответствуют нарастанию времени слева направо.

Определим по осциллограмме (см. рис. 3,б) параметры $\nu_1, \nu_2, \lambda, \nu_d$ с учетом формул (1)-(5). На четырех оборотах пилы размещается 51 отметка времени t_0 , следовательно, пила вращается со скоростью $n = 500 \cdot 4/51 = 39,2 \text{ с}^{-1}$. В интервале семи оборотов укладывается четыре волны с низкой частотой ν_2 и 32 волны с высокой частотой ν_1 , тогда $\nu_2 = 39,2^2 \cdot 4/7 = 22,4 \text{ Гц}$, а $\nu_1 = 39,2 \cdot 32/7 = 179,2 \text{ Гц}$.

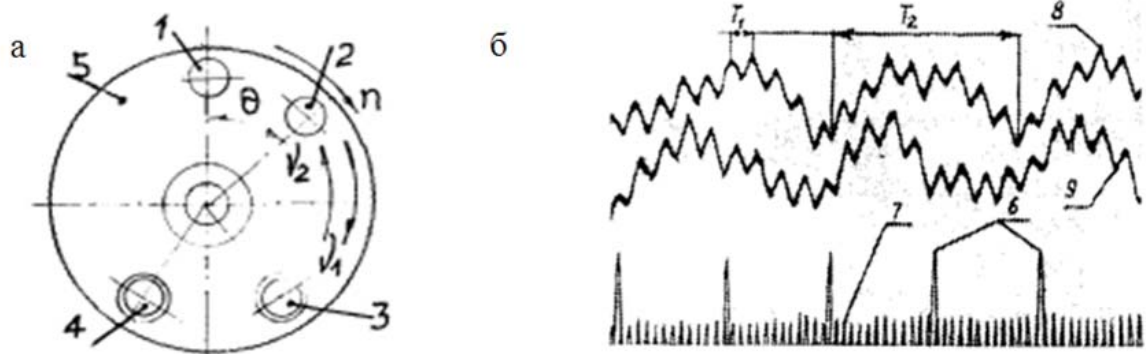


Рисунок 3 – Схема регистрации колебательного процесса диска пилы: а – размещение датчиков и вибраторов относительно диска; б – осциллограмма колебаний диска с $\lambda = 2$; 1, 2 – дифференциальные индуктивные датчики; 3, 4 – электромагнитные вибраторы; 5 – пила; 6 – отметки оборотов пилы n ; 7 – отметчик времени f_t ($f_t = 500$ Гц); 8, 9 – колебания диска пилы, записанные соответственно датчиками 1 и 2; T_1, T_2 – периоды полного колебания соответственно для вперед v_1 и назад v_2 бегущих волн

Цепь волн с низкой частотой достигает датчика 2 раньше, чем датчика 1. Сдвиг по фазе составляет $1/6$ расстояния между двумя максимальными амплитудами верхней и нижней кривой. Это свидетельствует, что зарегистрирована назад бегущая цепь волн, центральный угол между соседними максимальными амплитудами составляет $30 \cdot 6 = 180^\circ$, а диск совершает колебания с $\lambda = 2$. Действительно, по формуле (3) $\lambda = (179,2 - 22,4)/(2 \cdot 39,2) = 2$.

Динамическую частоту ν_d определяем по формуле

$$\nu_d = \nu_1 - 2n; \quad (7)$$

$$\nu_d = 179,2 - 2 \cdot 39,2 = 100,8 \text{ Гц.}$$

В неподвижном диске при возбуждении в нем колебаний датчики регистрируют одну и ту же частоту собственных колебаний $\nu_{ст} = 82,5$ Гц.

Динамический коэффициент определяем по формуле (2)

$$B = (100,8^2 - 82,5^2)/39,2^2 = 2,19. \text{ Критическая частота вращения по (4)}$$

$$n_{кр} = 100,8/2 = 50,4 \text{ с}^{-1}.$$

Параметры колебаний пилы, в случае необходимости, можно определить по частоте лишь одной из бегущих волн. Для этого достаточно записать процесс колебаний с узловыми диаметрами λ для трех различных произвольных частот вращения n_1, n_2 и n_3 [4]. При их определении по вперед бегущей цепи волн ν_1 составляется система уравнений:

$$\begin{aligned} (\nu_{11} - \lambda n_1)^2 &= \nu_{ст}^2 + B n_1^2; \\ (\nu_{12} - \lambda n_2)^2 &= \nu_{ст}^2 + B n_2^2; \\ (\nu_{13} - \lambda n_3)^2 &= \nu_{ст}^2 + B n_3^2. \end{aligned} \quad (8)$$

Значения B и $\nu_{ст}$ определяются решением совместно любой пары уравнений (8):

$$\begin{aligned} B &= [(\nu_{12} - \lambda n_2)^2 - (\nu_{11} - \lambda n_1)^2] / (n_2^2 - n_1^2); \\ \nu_{ст} &= \{((\nu_{11} - \lambda n_1)^2 n_2^2 - (\nu_{12} - \lambda n_2)^2 n_1^2) / (n_2^2 - n_1^2)\}^{0,5}. \end{aligned} \quad (9)$$

Число узловых диаметров λ находим, подставляя в неиспользованное уравнение системы (8), выражений B и $v_{ст}$ из формулы (9)

$$\lambda = 0,5 [v_{11}(n_3^2 - n_2^2) - v_{12}(n_3^2 - n_1^2) + v_{13}(n_2^2 - n_1^2)] / [v_{11}n_1(n_3^2 - n_2^2) - v_{12}n_2(n_3^2 - n_1^2) + v_{13}n_3(n_2^2 - n_1^2)]. \quad (10)$$

Аналогично составляются уравнения для случая определения параметров колебаний пилы по назад бегущей цепи волн.

В работе [5] авторами предложен метод, который позволяет задать форму колебаний λ в начале эксперимента специальной расстановкой акустических вибраторов и устранить трудоемкую операцию их расчета. Блок-схема установки с регулируемой частотой вращения приведена на рис. 4.

Вибраторы устанавливаются неподвижно с одной стороны пилы против ее периферийной зоны. При колебаниях пилы с $\lambda = 2$ центральный угол между вибраторами $\theta = 90^\circ$; для $\lambda = 3$ $\theta = 60^\circ$; для $\lambda = 4$ $\theta = 45^\circ$. Питание среднего вибратора осуществляется от генератора в противофазе с питанием двух других вибраторов. Колебания пилы воспринимает датчик колебаний, сигнал которого поступает на осциллограф и цифровой частотомер. Синхронизация развертки изображения на экране осциллографа с частотой вращения пилы осуществляется с помощью датчика одного оборота.

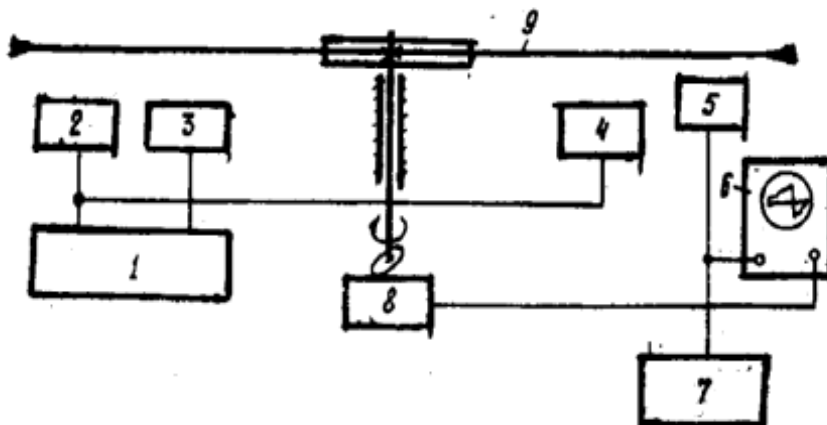


Рисунок 4 – Блок схема экспериментальной установки:

1 – звуковой генератор ЗГ-10; 2, 3, 4 – акустические вибраторы; 5 – датчик колебаний; 6 – осциллограф С9-4; 7 – цифровой электронный частотомер ЧЗ-34; 8 – датчик одного оборота; 9 – пила

Типовые осциллограммы колебаний пилы для $n = 13 \text{ с}^{-1}$, $\lambda = 2$ приведены на рис. 5.

Момент резонанса устанавливается по максимуму амплитуды колебаний v_1 и v_2 , а их измерение выполняется с помощью частотомера. Для условий, соответствующих рис. 5, $v = K n$, где K – число экстремумов одного знака на осциллограммах за время одного оборота; $v_2 = 8 \cdot 13 = 78 \text{ Гц}$;

$v_1 = 16 \cdot 13 = 182 \text{ Гц}$. Рассчитываем: динамическую частоту по формуле $v_d = v_2 + \lambda n$; B по формуле (2); $n_{кр}$ по формуле (4).

Выбор метода и средств экспериментальной оценки вибрационной активности вращающихся гибких дисков требует учета условий, при которых будет выполняться оценка, ее целей, требуемой точности измерений.

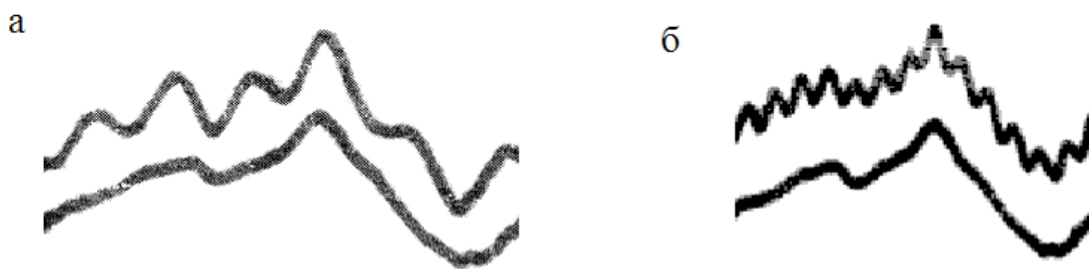


Рисунок 5 – Осциллограммы колебаний:

а – резонансной назад бегущей цепи волн за время одного оборота;
б – то же вперед бегущей (нижняя кривая – развертка профиля диска)

Библиографический список

1. Пашков В.К. Колебания и устойчивость дереворежущих круглых пил : В кн. Вибрация. Шум. Вибродиагностика : Матер. межгос. науч.-техн. семинара «Виброакустические процессы в технологиях, оборудовании и сооружениях лесопромышленного комплекса», 23-25 ноября 1999 г. / Урал. гос. лесотехн. акад. -Екатеринбург, 2000. – С. 56-63.
2. Кэмпбелл В. Аксиальная вибрация дисков паровых турбин и меры защиты от нее. – М.-Л.: ОНТИ, 1987. – 136 с.
3. Левин А.В. Рабочие лопатки и диски паровых турбин. – М.: Госэнергоиздат, 1953. – 624 с.
4. Об экспериментальных методах определения критических оборотов тонких дисков / В.К. Пашков, В.Г. Бодалев, Э.М. Туриков, А.И. Шевченко // Изв. ВУЗ. Лесной журнал. – 1973. – № 6. – С. 63-68.
5. Дунаева В.В., Дунаев В.Ф. Экспериментальный метод исследования колебаний дисковых пил // Изв. ВУЗ. Лесной журнал. – 1982. – № 2. –С. 99-103.

Пищов С.Н., Гороновский А.Р. (БГТУ, г. Минск, РБ)

sergeypishov@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ФОРВАРДЕРОВ 6К6 С КОМБИНИРОВАННЫМ ТИПОМ ДВИЖИТЕЛЯ

INCREASE OF ROADHOLD FORWARDERS 6 WD WITH THE COMBINED TYPE MOVER

В настоящее время лесозаготовительные предприятия Республики Беларусь уделяют значительное внимание освоению труднодоступного лесосечного фонда, который расположен на заболоченной местности и почвогрунтах с низкой несущей способностью. В связи с наметившейся тенденцией перехода на технологии с применением колесных лесных машин, возникла необходимость повышения их тягово-сцепных свойств

и показателей проходимости при заготовке древесины на слабых грунтах. Одним из способов решения поставленной задачи является применение на лесозаготовках машин 6К6 и 8К8 с легкоъемными металлическими гусеницами на колесах балансирной тележки (комбинированный тип движителя) [1]. Однако до настоящего времени не разработано практических рекомендаций по необходимости применения колесного или комбинированного типов движителя при эксплуатации лесозаготовительной техники на почвогрунтах с различной несущей способностью.

Для обоснования параметров трансмиссии и ходовой части с целью повышения тягово-сцепных свойств проведены теоретические и экспериментальные исследования, которые позволили определить зависимости усилий сопротивления движению и касательных сил тяги от буксования для погрузочно-транспортных машин с колесным и комбинированным типами движителя во время движения по волокам с различными физико-механическими свойствами почвогрунтов. Исследования проводились для лесных машин отечественного и зарубежного производства.

Определение оптимальных режимов движения машины достигнуто с помощью построенных тяговых характеристик, на которых в зависимости от касательной силы тяги P_k представлены изменения скорости v , буксования δ и тяговой мощности N_t . Данные показатели наиболее полно характеризуют тягово-сцепные свойства погрузочно-транспортных машин с колесным и комбинированным типами движителя, позволяют определить касательные силы тяги и соответствующие им буксования, при которых наблюдается наиболее полное использование мощности установленного двигателя [2]. На рис. 1 представлены тяговые характеристики погрузочно-транспортной машины МЛПТ-364 Минского тракторного завода с различным типом движителя при движении по волоку с низкой несущей способностью почвогрунта (0,03–0,06 МПа).

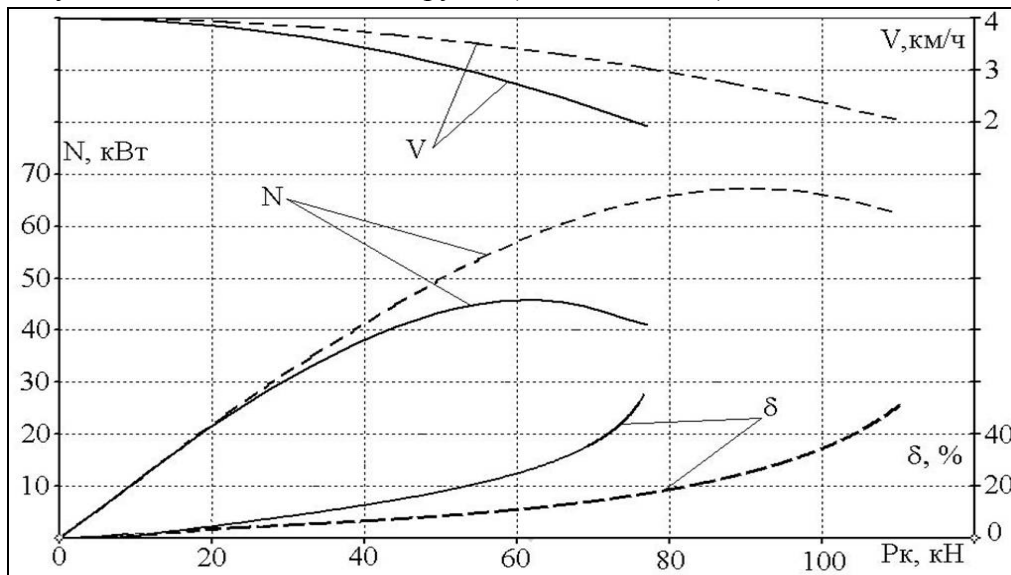


Рисунок 1 – Тяговая характеристика погрузочно-транспортной машины МЛПТ-364 при движении по волоку с низкой несущей способностью почвогрунта (— — колесный тип движителя; - - - - комбинированный тип движителя)

Путем нанесения на характеристику сил сопротивления движению и сцепления определена область возможного движения машины с различным типом движителя.

Анализ приведенных зависимостей (рис. 1) указывает, что при движении по заболоченному волоку с низкой несущей способностью почвогрунта колесная погрузочно-транспортная машина МЛПТ-364 развивает касательную силу тяги 64–67 кН. Буксование в данном случае находится в пределах 27–30%, скорость движения 2,5–2,7 км/ч. Данные показатели получены при тяговой мощности равной 47 кВт, которая является максимальной и дальнейшее увеличение касательной силы тяги ведет к резкому повышению буксования и, следовательно, понижению скорости движения. В комплексе данные показатели приводят к снижению тяговой мощности лесной машины. Эффективнее, в сравнении с колесной машиной, на данном волоке эксплуатировать форвардер с комбинированным типом движителя. Результаты исследований показывают, что для данной погрузочно-транспортной машины сила сопротивления движению составила 54 кН, максимальное значение тяговой мощности 67–69 кВт получено при скорости движения 2,8 км/ч и буксовании 24–26%. Касательная сила тяги в данном случае составила 88–91 кН.

Для преодоления сил сопротивления движению колесный форвардер сможет двигаться со скоростью 3,2–3,3 км/ч при буксовании движителей 17–19%, движение погрузочно-транспортной машины с комбинированным типом движителя осуществляется с буксованием 8–9%, скорость движения находится в пределах 3,3–3,5 км/ч. Свободная касательная сила тяги для колесного форвардера при движении по волоку со слабой несущей способностью составила 20–22 кН, у лесной машины с комбинированным типом движителя данный показатель находится в пределах 35–37 кН.

Следовательно, для эффективного освоения труднодоступного лесосечного фонда на лесных машинах с колесным типом движителя целесообразно использовать легкоъемные металлические гусеницы, которые позволяют увеличить касательную силу тяги при снижении буксования и повышении скорости движения, что в результате приводит к росту производительности работ на транспортировке сортиментов.

Для определения тягово-сцепных свойств погрузочно-транспортной машины МЛПТ-364 с колесным и комбинированным типами движителя на волоках с высокими физико-механическими свойствами (несущая способность находится в пределах 0,07–0,2 МПа) построена тяговая характеристика, которая представлена на рис. 2.

Анализ зависимостей, отражающих процессы движения форвардеров с различными типами движителя по волокам с высокими физико-механическими свойствами (рис. 2), что колесная погрузочно-транспортная машина развивает максимальную тяговую мощность 72–74 кВт. При этом машина развивает касательную силу тяги 80–82 кН при скорости движения 3,1 км/ч. Буксование колес энергетического и технологического модулей составляет 22%. При движении по данному волоку лесной машины повышенной проходимости с комбинированным типом движителя максимальное значение тяговой мощности достигается при касательной силе тяги 98 кН. Абсолютное значение тяговой мощности увеличилось в 1,14 раза и составило 82,2 кВт. Повышение тяговой мощности объясняется снижением в 1,36 раза буксования и повышением скорости движения (на 12%). Согласно проведенным исследованиям по определению касательных сил тяги, на волоках с высокой несущей способностью форвардер с комбинированным типом движителя способен развивать тяговые усилия до 125–130 кН, однако вследствие ограниченной мощности установленного двигателя достижение максимальных сил тяги невозможно. Согласно теоретических и экспериментальных исследований силы

сопротивления движению на данных волокнах составили, соответственно для колесной погрузочно-транспортной машины 24,7–25,2 кН, для форвардера с комбинированным типом движителя 44–47 кН. Следовательно – свободная касательная сила тяги, определяемая как разность касательной силы тяги и силы сопротивления движению, для колесной машины составила 62–65 кН, для колесно-гусеничной – 51–55 кН. При преодолении сил сопротивления движению буксование колесного форвардера составляет 2–3%, погрузочно-транспортной машины с комбинированным типом движителя 5–7%, скорости движения при этом составляют 3,9 и 3,5 км/ч, соответственно. Приведенные аргументы позволяют рекомендовать для освоения лесосечного фонда расположенного на грунтах с высокой несущей способностью погрузочно-транспортные машины с колесным типом движителя.

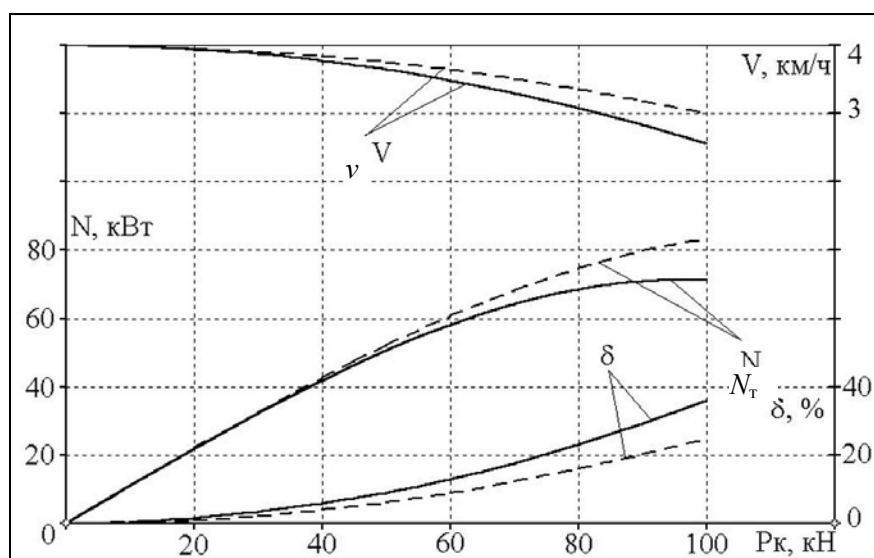


Рисунок 2 – Тяговая характеристика погрузочно-транспортной машины МЛПТ-364 при движении по волоку с высокой несущей способностью почвогрунта (— – колесный тип движителя; - - - – комбинированный тип движителя)

По результатам проведенных исследований установлено, что для эффективной эксплуатации погрузочно-транспортных машин с комбинированным типом движителя при освоении труднодоступного лесосечного фонда мощность установленного двигателя должна составлять 100–125 кВт, значение крутящего момента находиться в пределах 620–710 Нм. Для плавного регулирования развиваемых касательных сил тяги и скоростей движения рекомендуется применять гидродинамические и гидростатические передачи в составе трансмиссии.

В настоящее время Минским тракторным заводом освоен выпуск погрузочно-транспортных машин 6К6 с шарнирно-сочлененной рамой и гидромеханической трансмиссией МЛПТ-364. При проведении эксплуатационно-технологических испытаний данного форвардера во время освоения труднодоступного лесосечного фонда установлено, что производительность машины с комбинированным типом движителя в 1,2–1,4 раза выше, чем у колесной, что подтверждает выводы, полученные с помощью построенных тяговых характеристик.

1. Жуков, А.В. Теория лесных машин: учеб. пособие / А.В. Жуков. – Минск: БГТУ, 2001. – 640 с.
2. Тракторы: Теория: учеб. / В.В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.

Раевская Л.Т.(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) raevskaya@usfeu.ru

ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОРШНЯ ПНЕВМОМОТОРА

HARMONIC ANALYSIS OF THE PNEUMOTOR PISTON

Аксиально-поршневые реверсивные пневматические двигатели серии ДАР компактны, имеют малую массу и могут использоваться в качестве приводов в деревообрабатывающем оборудовании. Одной из важных деталей двигателей являются двусторонние поршни, прочностные свойства которых были исследованы ранее [1]. В процессе работы аксиально-поршневого пневматического двигателя поршень находится под воздействием периодически меняющегося давления, прилагаемого поочередно к торцам поршня. Давление создается сжатым воздухом, который по воздухораспределительным каналам шеек ротора и полублоков поступает в рабочие камеры цилиндров с поршнями. Периодически меняющаяся нагрузка будет приводить к появлению периодического (гармонического) отклика динамической системы. Исследование вынужденных колебаний динамической системы дает возможность предсказать поведение системы под действием вынуждающей силы. Знание поведения системы необходимо для изучения резонансных явлений в поршне. При приближении частоты вынуждающей силы к собственной частоте системы будет происходить раскачка колебаний, возрастание амплитуды, резкие изменения характеристик напряженно-деформированного состояния, что может приводить к разрушению системы. Цель настоящего расчета – определить резонансную частоту поршня, и изучить поведение системы вблизи резонанса.

В комплексе метода конечных элементов (МКЭ) ANSYS для расчета вынужденных колебаний предлагаются три метода: полный, редуцированный и метод наложения форм [2]. Полный метод использует для вычисления гармонического отклика модели систему полных матриц (матрицы могут быть симметричными и несимметричными). Редуцированный метод использует редуцированную матрицу и уменьшенное число степеней свободы, но после вычислений это число расширяется до исходного набора управляющих степеней свободы. Метод наложения форм суммирует собственные векторы, полученные при расчете собственных колебаний, для вычисления отклика модели. В данной работе применялся полный метод, как наиболее простой, а система уравнений решалась методом расчета разреженных матриц, что предпочтительно для прочностных задач сравнительно больших моделей. Амплитуда вынуждающей силы определялась из условия нагружения и была равна $F = 2640$ Н. Данная сила приводилась к

центральной точке нагружаемого торца поршня (номер узла сетки - 24364) с координатами $X = 0,08$ м, $Y = 0$, $Z = 0$. Координаты центральной точки противоположного ненагруженного торца поршня (номер узла сетки 7714) $X = -0,08$ м, $Y = 0$, $Z = 0$. Все характеристики напряженно-деформированного состояния поршня определялись в этих двух наиболее важных точках поршня. Прикладываемая нагрузка в течение расчета менялась по гармоническому закону. Первая резонансная частота оказалась равной 685 Гц. Для изучения отклика задавался диапазон возбуждающих частот 670 - 700 Гц с шагом равным 6 Гц.

В результате расчета были получены пиковые зависимости для напряжений относительно координатных осей, плоскостей, главных напряжений в области резонансной частоты. Некоторые зависимости приведены на рис.1. Как видно из рис. 1 зависимости, например, нормального напряжения σ_{yz} от частоты вынуждающей силы оказались разными в центральных точках нагруженного и ненагруженного торцов поршня (рис.1, а, б). При этом в обеих точках отмечаются скачкообразные изменения напряжений. В области перед резонансной частотой отмечается некоторое уменьшение напряжения (рис. 1, б) в центральной части ненагруженного торца.

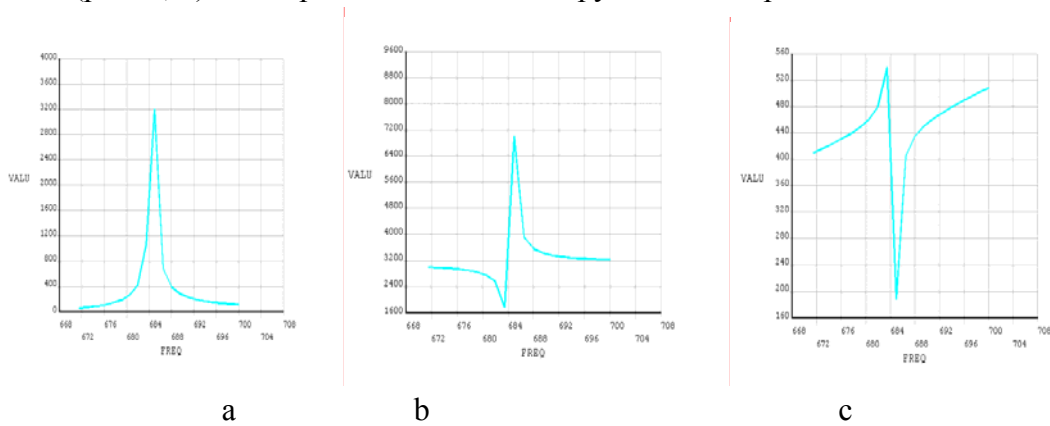


Рисунок 1 – Нормальные напряжения: в центре торца свободного от нагрузки σ_{yz} - а, σ_{xy} - с; в центре нагруженного торца поршня σ_{yz} – б

Упругие деформации были вычислены также во всех направлениях и плоскостях. В качестве иллюстрации полученных результатов приведена зависимость упругой деформации от частоты вынуждающей силы в одной точке (рис.2 а). За область резонанса деформация с ростом частоты вынуждающей силы продолжает возрастать.

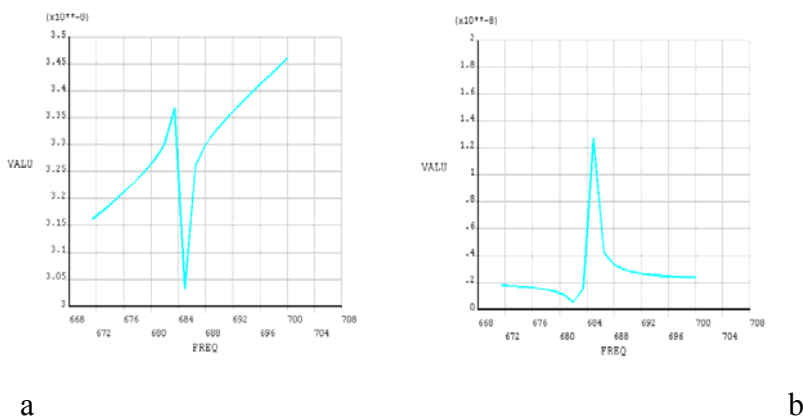


Рисунок 2 – Упругая деформация по оси X в центре торца свободного от нагрузки - а; смещение по оси Z в центре нагруженного торца поршня - б

Наиболее важной характеристикой при изучении вынужденных колебаний является смещение точек поршня вблизи резонансной частоты (рис.2, б). В дальнейшем необходимо исследовать те области поршня, где возникают нормальные максимальные напряжения.

Библиографический список

1. Раевская Л.Т. Динамическое моделирование напряженно – деформированного состояния элементов аксиально-поршневых пневмомоторов. Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды евразийского симпозиума/Под ред. И.Т. Глебова. – Екатеринбург. 2006 г. С.193-200.
2. Басов К.А. ANSYS: справочник пользователя. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 с.

Сулинов В.И., Щепочкин С.В., Гороховский А.К.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСПИРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК АВТОНОМНОГО ТИПА

CALCULATION AND DESIGNING OF THE ASPIRATION INSTALLATIONS OF INDEPENDENT TYPE

В настоящий момент аспирационные установки автономного типа в деревообрабатывающих цехах находят всё более широкое распространение. Этому в значительной степени способствует их мобильность, простота конструкции, достаточно высокая степень очистки запыленного воздуха (до 99,5 %), а также сравнительно малая энергоёмкость.

Изготовление автономных аспирационных установок освоено целым рядом отечественных фирм. Одним из крупнейших в России среди изготовителей и поставщиков аспирационных установок является производственное объединение «Ками-Станко-Агрегат».

Несмотря на внешнее компоновочное различие, все аспирационные установки автономного типа состоят из следующих частей (рисунок 1): 1 – электропривод; 2 – вентиляционное колесо; 3 – кожух вентилятора, переходящий в циклонный элемент; 4 – матерчатый фильтр; 5 – пылесборник; 6 – опорная рама.

Перед вентиляционным колесом может располагаться одно (7) или несколько входных патрубков с возможностью присоединения к ним гибких воздухопроводов стандартных сечений. Если установка рассчитывается на работу с несколькими входными патрубками, то на ее основной патрубок крепится коллекторный элемент (8).

Исходными данными для расчета аспирационной установки являются такие показатели, как объем отсасываемого воздуха Q ($\text{м}^3/\text{с}$) и развиваемый вентилятором напор H (Па).

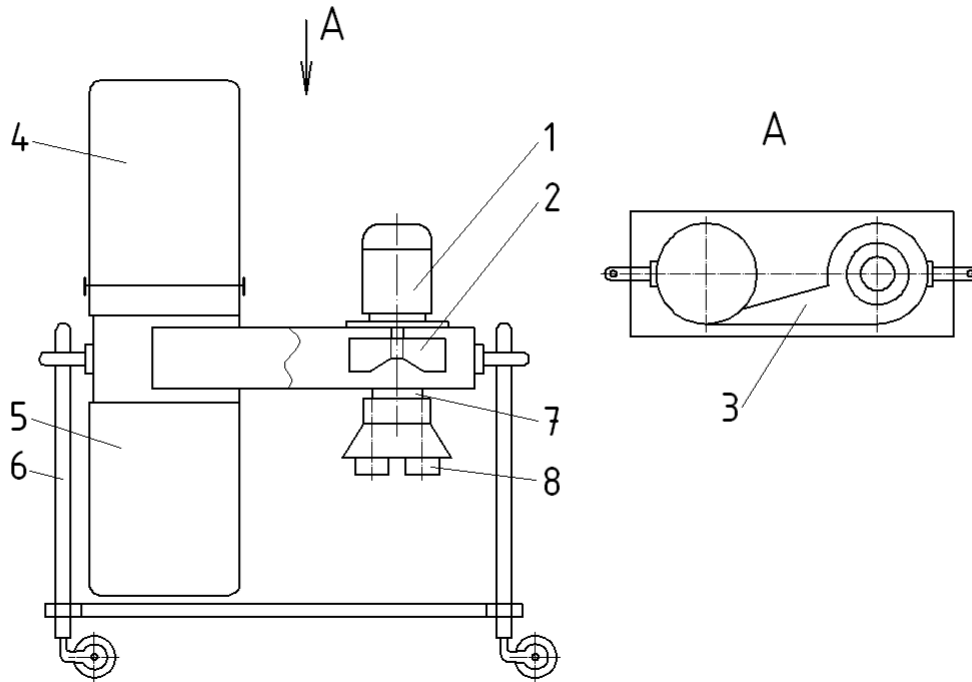


Рисунок 1 – Аспирационная установка автономного типа

Развиваемый вентилятором напор определяют по формуле

$$H = \Delta P_{\partial/\phi} + \Delta P_{\phi}, \quad (1)$$

где $\Delta P_{\partial/\phi}$ – потери давления на участке от пылеприемника до фильтра;

ΔP_{ϕ} – потери давления на фильтре.

Потери давления $\Delta P_{\partial/\phi}$ находят по общепринятой методике [1] по формуле

$$\Delta P_{\partial/\phi} = \rho \frac{V^2}{2} \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \delta \right), \quad (2)$$

где $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха;

V – скорость воздуха в воздуховоде, м/с;

l – длина воздуховода, м;

d – диаметр воздуховода, м;

λ – коэффициент гидравлического трения, который с достаточной степенью точности находится по формуле Блесса

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{d}.$$

Местные потери давления на фильтре ΔP_{ϕ} , изготовленного из ткани «Смог» применительно к установкам типа УВП по опытным данным кафедры Станков и инструментов УГЛТУ составляют 150...200 Па. С учетом того, что гибкие воздуховоды имеют повышенное гидравлическое сопротивление, потери давления по длине воздуховода рекомендуется удваивать, т.е. формула (2) будет иметь вид

$$\Delta P_{\partial/\phi} = \rho \frac{V^2}{2} \left(\lambda \frac{2l}{d} + \Sigma \delta \right). \quad (3)$$

Как показывает практика, современные аспирационные установки типа УВП рассчитываются на создание напора до 1200...1500 Па.

Следующим этапом расчета аспирационной установки является расчет геометрических параметров радиального пылевого вентилятора (рисунок 2), которыми обычно снабжаются аспирационные установки.

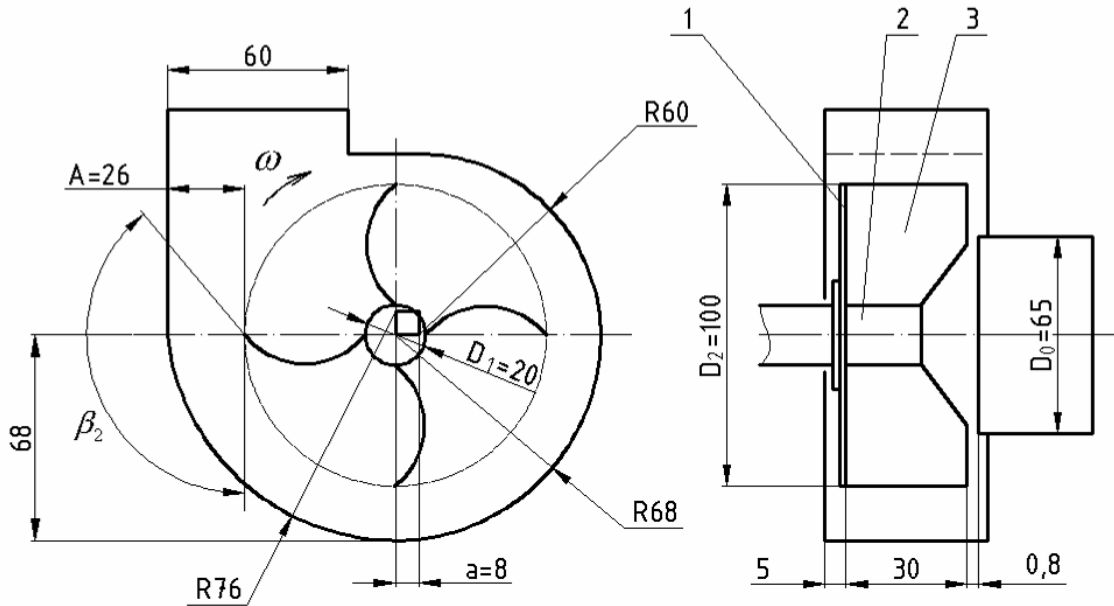


Рисунок 2 – Схема радиального пылевого вентилятора

Приведенные на рисунке 2 числовые значения, позволяют ориентировочно определить геометрические параметры проектируемого вентилятора, если размер рабочего колеса D_2 принять за 100 %.

Само рабочее колесо вентилятора включает такие детали как установочный диск 1, базовая втулка (или ступица колеса) 2 и лопасти 3.

Теоретически, согласно методике [2], диаметр рабочего колеса вентилятора определяется через критерий быстроходности по формуле

$$n_v = C \frac{Q^{0,5} \omega}{H^{0,75}}, \quad (4)$$

где C – коэффициент пропорциональности, $C = 53$ [2];

Q – объем отсасываемого воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$;

ω – угловая скорость рабочего колеса вентилятора, $\text{рад}/\text{с}$;

H – напор, развиваемый вентилятором, Па.

Оптимальное с точки зрения затрачиваемой энергии значение диаметра входного патрубка вентилятора D_0 , м находится из выражения

$$D_0 = K \sqrt[3]{\frac{Q}{\omega}}, \quad (5)$$

где K – коэффициент для радиальных вентиляторов с лопатками, загнутыми вперед при $n_v = 20...55$ рекомендуется принимать $K = 1,65$.

Радиальные вентиляторы с лопатками, загнутыми вперед наиболее экономичны, когда угол выхода воздушного потока с лопаток (рисунок 2) $\beta_2 = 140...160^\circ$, а критерий

$n_v = 20 \dots 55$. В этом случае наружный диаметр рабочего колеса определяется из соотношения

$$D_2 = (1,5 \dots 1,7) D_0. \quad (6)$$

Расчетная ширина лопаток колеса находится из выражения

$$b = \frac{K_1 D_0}{4}, \quad (7)$$

где K_1 – коэффициент запаса, $K_1 = 1,2 \dots 2,5$.

При этом коэффициент запаса K_1 принимается тем больше, чем больше отношение D_0/D_2 . Величину раскрытия спирального корпуса A , м (рисунок 2) при лопатках колеса, загнутых вперед, можно принять:

$$A = (0,25 \dots 0,3) D_2. \quad (8)$$

Число лопаток колеса вентилятора находится по формуле

$$Z = 3,14 \left(\frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \right), \quad (9)$$

где D_1 – внутренний диаметр колеса, м (конструктивно $D_1 \geq 0,2D_2$).

Для того, чтобы лопатки колеса устанавливались под оптимальным углом на выходе $\beta_2 = 140 \dots 160^\circ$ авторами предлагается пользоваться следующей зависимостью для определения стрелы кривизны лопаток (рисунок 3)

$$f = 0,25(D_2 - D_1) \operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2}, \quad (10)$$

где f – стрела кривизны, мм;

D_2 и D_1 – соответственно наружный и внутренний диаметр колеса, мм;

β_1 – половина центрального угла, соответствующего дуге изгиба лопаток колеса.

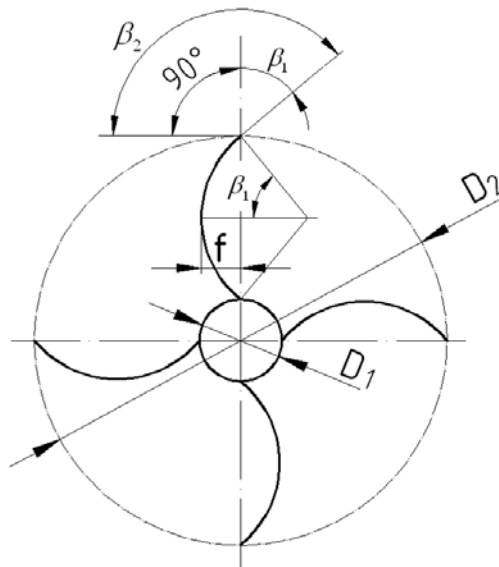


Рисунок 3 – Схема к определению стрелы кривизны лопаток вентилятора

Как видно из рисунка 3, угол β_1 по построению может быть найден из условия:

$$\beta_2 = 90^\circ + \beta_1, \text{ т.е. } \beta_1 = \beta_2 - 90^\circ.$$

Следующим этапом расчета аспирационной установки является расчет площади S матерчатого фильтра:

$$S = \frac{Q}{n \cdot V_{\phi}}, \quad (11)$$

где n – количество фильтров;

V_{ϕ} – допустимая скорость воздуха на выходе из фильтра (скорость фильтрации), м/с;

По опытным данным [3] при удалении опилок и стружки скорость фильтрации составляет $V_{\phi} \leq 0,2 \dots 0,3$ м/с, а при удалении древесной пыли $V_{\phi} \leq 0,15 \dots 0,2$ м/с. Затем по требуемой площади фильтрации S выбирается стандартный тканевый фильтр.

Заключительным этапом проектирования является расчёт мощности привода вентилятора N , кВт и выбор электродвигателя:

$$N = \frac{Q H}{1000 \eta_i \eta_v}, \quad (12)$$

где η_n – КПД привода вентилятора;

η_v – КПД самого вентилятора.

С учетом изложенной выше методики расчета произведем перерасчет основных параметров выпускаемой серийно аспирационной установки УВП-2000.

Эта установка включает двигатель мощностью $P = 2,2$ кВт с частотой вращения ротора $n = 2970$ мин⁻¹. Рабочее колесо вентилятора имеет размеры: $D_2 = 310$ мм, $D_1 = 40$ мм, ширина лопаток $b = 104$ мм, стрела кривизны лопаток $f = 17$ мм. Объем отсасываемого воздуха $Q = 1800$ м³/ч или $Q = 0,5$ м³/с, диаметр входного патрубка $D_0 = 160$ мм, площадь фильтрующего элемента $S = 1,68$ м², фактический напор, развиваемый вентилятором $H = 1300$ Па.

Решение:

1. Угловая скорость вращения колеса

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 2970}{30} = 310,8 \text{ с}^{-1}.$$

2. Критерий быстроходности

$$n_v = C \frac{Q^{0,5} \omega}{H^{0,75}} = 53 \frac{0,5^{0,5} 310,8}{1300^{0,75}} = 53,79$$

3. Оптимальное значение диаметра входного патрубка по формуле (5)

$$D_0 = K \sqrt[3]{\frac{Q}{\omega}} = 1,65 \sqrt[3]{\frac{0,5}{310,8}} = 0,194 \text{ м.}$$

На самом деле у данной установки $D_0 = 0,16$ м.

4. Наружный диаметр рабочего колеса находим по формуле (6)

$$D_2 = (1,5 \dots 1,7) D_0 = 1,6 \cdot 0,16 = 0,26 \text{ м,}$$

$$\text{для } D_0 = 0,194 \text{ м} \quad D_2 = 1,6 \cdot 0,194 = 0,3104 \text{ м.}$$

Фактически в данном случае $D_2 = 0,310$ м.

Использование не соответствующего расчетам диаметра входа $D_0 = 0,16$ м, несмотря на достаточные по размерам габариты вентиляционного колеса, привели к потере производительности по воздуху. Вместо планируемого расхода $Q = 2000$ м³/ч установка обеспечивает только $Q = 1800$ м³/ч.

5. Ширина лопаток колеса по формуле (7) при коэффициенте запаса $K_1 = 2,5$

$$b = \frac{K_1 D_0}{4} = \frac{2,5 \cdot 0,16}{4} = 0,1 \text{ м.}$$

6. Величину раскрытия спирального корпуса находим по формуле (8)

$$A = (0,25 \dots 0,3) D_2 = 0,3 \cdot 0,310 = 0,093 \text{ м.}$$

7. Число лопаток колеса вентилятора по формуле (9) для фактических значений D_2 и D_1

$$Z = 3,14 \left(\frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \right) = 3,14 \left(\frac{0,310 + 0,04}{0,310 - 0,04} \right) = 3,22.$$

Число лопаток можно принять $Z = 4$.

8. Фактическое значение стрелы кривизны лопаток колеса вентилятора установки УВП-2000 $f = 17$ мм.

По формуле (10) определим угол на выходе $\beta_2 = 90^\circ + \beta_1$.

$$\operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2} = \frac{f}{0,25(D_2 - D_1)} = \frac{17}{0,25(310 - 40)} = 0,251 \quad \beta_1 \approx 28^\circ.$$

$$\beta_2 = 90 + 28 = 118^\circ.$$

Как видим, угол β_2 рассматриваемого колеса не вошел в рекомендуемые [2] пределы $\beta_2 = 140 \dots 160^\circ$.

Для того чтобы лопатки колеса заняли оптимальное положение, стрела их кривизны должна быть увеличена. Например, при $\beta_2 = 140^\circ$, когда $\beta_1 = 50^\circ$:

$$f = 0,25(D_2 - D_1) \operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2} = 0,25(310 - 40) \operatorname{tg} 25^\circ = 31 \text{ мм.}$$

9. Требуемая площадь фильтрующего элемента из ткани «Смог» при условии, что скорость фильтрации $V_\phi \leq 0,3$ м/с (примем $V_\phi = 0,3$ м/с), а число фильтров $n = 1$, определится из формулы (11)

$$S = \frac{Q}{n \cdot V_\phi} = \frac{0,5}{1 \cdot 0,3} = 1,66 \text{ м}^2.$$

Фактически установка УВП-2000 имеет фильтр с площадью $S = 1,68 \text{ м}^2$, т.е. в данном случае установка УВП-2000 соответствует расчетным данным.

10. Для условно принятого значения КПД вентилятора $\eta = 0,6$ для рассматриваемого случая потребная мощность привода составит:

$$N = \frac{QH}{1000\eta} = \frac{0,5 \cdot 1300}{1000 \cdot 0,6} = 1,08 \text{ кВт.}$$

Вывод: При проектировании автономных аспирационных установок типа УВП вполне логично пользоваться вышеизложенной методикой расчета.

Библиографический список

1. Таубер Б.А., Калитеевский Р.Е., Громцов Е.К. Внутриводский транспорт. – М.: Лесн. пром-ть, 1978. – 238 с.
2. Калинушкин М.П. Вентиляционные установки. – М.: Высш. шк., 1979. – 220 с.

3. Сулинов В.И., Гороховский А.К., Щепочкин С.В. К вопросу расчета аспирационных систем / Материалы IX международной научно-технической конференции Лес-2008 / Брянск.

Уласовец В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vadul@mail.ru

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

THE EQUIPMENT FOR SAWING UP OF LOGS ON SMALL ENTERPRISES

В настоящее время в лесопромышленном комплексе Российской Федерации при выработке пиломатериалов применяют двухэтажные и одноэтажные лесопильные рамы, круглопильные, фрезернопильные и ленточнопильные станки, а технологический процесс получения пиломатериалов основывается на применении двух типов дереворежущего инструмента и различного уровня механизации и автоматизации околостаночных работ. Соотношение бревнопильного оборудования различных типов [1], занятого в выпуске пиломатериалов, приведено в табл. 1.

Таблица 1

Бревнопильное оборудование	Доля в объеме выпускаемой продукции, %	Бревнопильное оборудование	Доля в объеме выпускаемой продукции, %
Лесопильные рамы	80	Фрезернопильные станки	6
Круглопильные станки	9	Ленточнопильные станки	5

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что еще значительное время ведущим бревнопильным оборудованием в нашей стране будут оставаться лесопильные рамы.

Эффективность применения бревнопильного оборудования различных типов можно оценить по рейтинговым показателям [1, 2] представленным в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что среди всех перечисленных показателей лесопильным рамам присущи только три следующих недостатка:

- ограниченная величина диаметров распиливаемых бревен (особенно для самой распространенной модели Р63-4Б – 50...53 см в комле);
- сложность монтажа, включая установку массивного железобетонного фундамента;
- высокие затраты на ремонты, особенно капитальные.

Недостаток, упомянутый первым, не выглядит существенным для подавляющего числа лесопильных предприятий, расположенных в европейской части РФ, так как средний диаметр пиловочных бревен составляет: в Северо-Западном регионе около 18 см, а в Уральской зоне – не более 20 см. При этом доля бревен диаметром 50 см и выше в общем объеме пиловочника этих регионов не превышает 0,15% (т. е. примерно

одно бревно диаметром 52 см и длиной 6 м на каждую 1000 м³ сырья). Даже в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке средний диаметр пиловочника на многих предприятиях составляет 20...22 см, а удельный вес бревен диаметром 40 см и более в общем объеме пиловочника находится на уровне от 3,5 до 6% [3].

Таблица 2

Сравниваемый показатель	Лесопильные рамы	Ленточнопильные станки	Круглопильные станки
Максимальный диаметр распиливаемых бревен	3	1	2
Геометрическая точность выпиленных материалов	1	2	3
Полезный выход	2	1	3
Производительность	1	2	3
Удельная энергоемкость процесса распиловки	2	3	1
Трудоемкость разгрузки пиломатериалов после распиловки	1	3	2
Стоимость оборудования	1	3	2
Степень сложности монтажа	3	1	2
Ремонтнопригодность	3	2	1
Стоимость инструмента	2	3	1
Необходимость приобретения заточного оборудования	2	1	3
Степень сложности подготовки инструмента	1	2	3
Квалификация рабочих и их оплата	1	3	2
Итого	23	27	28

Напомним, что в лесопилении в соответствии с принятой классификацией, предприятия с объемом переработки сырья до 60 тыс. м³/год считают малыми; до 150 м³/год – средними, а выше 150 м³/год – крупными [4].

В большинстве европейских стран лесопильное производство состоит из большого числа малых предприятий, однако основную часть объема пиломатериалов в каждой из них вырабатывают несколько крупных предприятий.

В общем числе лесопильных предприятий РФ малые составляют около 90% и вырабатывают в настоящее время более 75% общего объема пиломатериалов. Разукрупнение лесопильных предприятий позволило приблизить их к источникам сырьевых ресурсов и полнее закрывать региональные потребности в пиломатериалах со сравнительно невысокой себестоимостью.

В настоящее время для малых лесопильных предприятий может быть рекомендовано следующее оборудование для распиловки бревен и брусьев:

- одноэтажные лесопильные рамы для распиловки бревен и брусьев. Одноэтажные лесопильные рамы по сравнению с ленточнопильными и круглопильными станками имеют ряд эксплуатационных преимуществ, поэтому их применение особенно перспективно для предприятий расположенных в лесных районах и имеющих объемы рас-

пиловки от 3 до 30 тыс. м³/год. Неплохие экономические результаты могут быть достигнуты малыми лесопильными предприятиями при использовании потоков на базе одноэтажных лесопильных рам и круглопильных станков. Оптимальным решением может стать применение лесопильных рам в потоках в качестве станков второго ряда при головных ленточнопильных и круглопильных станках. К сожалению, здесь необходимо отметить, что более половины лесопильных рам, используемых в нашей стране, уже выработало срок своей службы;

- рамный многопильный (до 19 пил) станок Авангард-РМ-50 для распиловки брусьев высотой до 240 мм и шириной до 500 мм со скоростью подачи от 0,42 м/мин до 1,58 м/мин;

- круглопильные станки (линии): линия ЛБК-1 – 40 м³ сырья/смену; установка для распиловки бревен 2ЦДБ - 60, или 2ЦДБ - 80, 2ЦДБ - 100 – 5 м³/смену; установка ЦДС300 - 4,5 – 36 м³ сырья/смену; установка стационарная УСК-1 – 40 м³ сырья/смену; станок позиционно-проходного типа Молома - 1200 – до 10 м³ п.м./смену; многопильный (до 11 пил) станок Магистраль СМ-160 – высота бруса 160 мм, просвет 710 мм, скорость подачи 6...40 м/мин; станки позиционно-проходного типа Kara и Laimet (Финляндия); Барс - ДГ (горизонтальное пиление) - при распиловке бревен крупных диаметров – 8...20 м³ сырья/смену;

- круглопильные станки с угловым пилением Grizzly (США) – до 10 м³ п.м./смену; Барс - 1А, Барс - 1А-70, Барс - 1А-95 производительностью до 17 тыс. м³ сырья в год. Отметим, что применение круглопильных станков (в том числе и углового пиления) для выработки большого числа заготовок и деталей может быть оправдано только при распиловке бревен крупных диаметров. Круглопильные станки вдвое производительнее и в 1,5 раза дешевле ленточнопильных. Однако при этом замечено [5], что они по сравнению с ленточнопильными, сильнее разрушают древесину из-за постоянного изменения угла резания (угла встречи) по всей толщине заготовки, что ухудшает качество обработки и товарный вид пиломатериала. Здесь уместно отметить, что из-за низкой конкурентоспособности средняя цена на экспортные пиломатериалы, поставляемые из России, составляет примерно 100 дол. США за 1 м³ при средней мировой цене около 170 дол;

- ленточнопильные станки: СЛП - 600 - ЭСФ и СЛП - 600 - ЭПСФ, производящие во время обратного хода профильное фрезерование; многопильный ЛС - 300 для распиловки трехкантного бруса на пиломатериалы – до 20 м³/смену; горизонтальный станок ЛГС - 50...6,0 м³/смену; станки позиционного и проходного типа фирмы Гравитон; позиционные станки фирмы Wood-Mizer (США), а также аналогичные ленточнопильные отечественные и зарубежные станки "фермерского" типа с различным уровнем автоматизации и механизации околостаночных работ.

Принято считать, что ленточнопильные станки с узкой ленточной пилой не следует рекомендовать лесозаводам с объемом переработки более 1000 м³ пиловочника, так как в этом случае экономически целесообразны станки тяжелого исполнения с широкой (В = 150...180 мм) ленточной пилой и высокими скоростями распиловки. Это объясняется тем, что качество распиловки зависит от ширины, толщины и степени натяжения ленточной пилы, т. е. от параметров, определяющих устойчивость и жесткость пильного полотна.

При выборе оборудования для малых лесопильных предприятий желательно также иметь возможность распиловки круглых лесоматериалов диаметром 6...12 см.

Для переработки толстого горбыля на необрезные пиломатериалы можно использовать станок Гравитон - СПГ, а на обрезные пиломатериалы и технологическую щепу – станок ЦДФ - 150 (5,0 м³ пиломатериалов/смену) и станки участка продольного фрезерования горбыля УФГ - 1П.

Увеличение объемного, качественного и спецификационного выхода пиломатериалов на малых лесопильных предприятиях возможно при технически оправданном решении вопросов:

- организации проведения подсортировки пиловочника по диаметрам, качеству, породам, длинам или другим признакам;
- обоснованного выбора бревнопильного и вспомогательного оборудования с учетом размерных и качественных особенностей перерабатываемого пиловочного сырья;
- применения рациональных способов и схем раскроя пиловочника с обеспечением выработки ограниченного числа толщин специфицированных пиломатериалов;
- повышения уровня механизации и автоматизации основных и вспомогательных работ.

Библиографический список

1. Щеглов В.Ф. Круглые пилы в лесопилении. / В.Ф. Щеглов // Деревообраб. пром-сть. - 2002. - № 1. - С. 5 - 8.
2. Виноградский В. Лесопильные рамы: есть ли у прошлого будущее? / В. Виноградский, П. Ланда // Дерево. RU. Деревообработка.- 2004. - Март. - С. 44 - 46.
3. Айзенберг А.И. Пути повышения рентабельности лесопильных предприятий. / А.И. Айзенберг // Деревообраб. пром-сть. - 2004. - № 1. - С. 8 - 10.
4. Щеглов В.Ф. Лесопильное производство России вчера, сегодня, завтра / В.Ф. Щеглов // Деревообраб. пром-сть. - 2001. - № 4. - С. 5 - 7.
5. Виллистон Э. Производство пиломатериалов / Э. Виллистон; пер. с англ. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 384 с.

Уласовец В.Г., Чудинов А.Е. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
mod@usfea.ru

СТАНКИ ФИРМЫ "ГРАВИТОН" В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКАХ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН

MACHINE TOOLS OF FIRM "GRAVITON" IN TECHNOLOGICAL STREAMS OF SAWING UP OF LOGS

В последние годы в Российской Федерации в связи с общим экономическим спадом 90 -ых годов более половины объема пиломатериалов выпускалось на лесопильных предприятиях с объемом распиловок около 10 тыс. м³ пиловочника в год.

В настоящее время решить проблему увеличения выпуска пиломатериалов до уровня 1970 -ых годов (75...80 млн. м³ в год) на базе малых предприятий невозможно. Только крупные и средние лесопильные предприятия, оснащенные современным оборудованием и системами управления, могут обеспечить намеченные объемы производства специфицированных пиломатериалов, сохранить конкурентоспособность продукции [1, 2] и рационально переработать кусковые и мягкие отходы лесопиления.

Поиск рациональных решений технологических процессов лесопиления идет в мире постоянно. Для технического оснащения лесопильных цехов различными изготовителями предлагается множество моделей бревнопильного оборудования. Наиболее заметными и перспективными для применения в нашей стране представляются разработки фирмы "Гравитон".

На кафедре механической обработки древесины УГЛТУ проводились исследования с целью разработки технологических процессов лесопильных производств малой и средней мощности на базе бревнопильного ленточнопильного оборудования фирмы "Гравитон".

Ниже на рисунке показана одна из возможных технологических схем, где в первом ряду установлен трехленточный брусующий станок "Гравитон – КЛБ" (поз. 5) , а в качестве станка второго ряда, распиливающего трехкантный брус на обрезные доски и один горбыль, использован многоленточный станок "Гравитон – МЛК" (поз. 9). В потоке установлены горизонтальные ленточнопильные станки "Гравитон – СПГ" для выпилки из горбыля одной или двух необрезных досок (поз. 10), а также двухпильные обрезные станки "Гравитон – СКД" (поз. 14) для выпилки обрезных досок из необрезных.

Проведенные исследования показали, что при среднем диаметре бревен, равном 20...22 см, расчетный выход обрезных пиломатериалов толщиной 50 и 25 мм составит от 60 до 65%, а годовая производительность потока, оснащенного ленточнопильным бревнопильным оборудованием фирмы "Гравитон", может составить от 20 до 25 тыс. м³ пиловочного сырья при односменной работе цеха. Соответственно при работе оборудования в две смены при том же расчетном объемном выходе обрезных пиломатериалов цех сможет переработать от 40 до 50 тыс. м³ пиловочного сырья, выработав 25...30 тыс. м³ обрезных пиломатериалов в год. При этом объемы выработанных пиломатериалов толщиной 50 мм и 25 мм будут соотноситься как 2 :1.

Библиографический список

1. Р.Е. Калитеевский Р.Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент. / Р.Е. Калитеевский. – С-Петербург: Профи-Информ, 2005. - 480 с.
2. Алексеев А.Е. Организация малых лесопильных предприятий: моногр. /А.Е. Алексеев, Л.В. Алексеева. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. - 732 с.

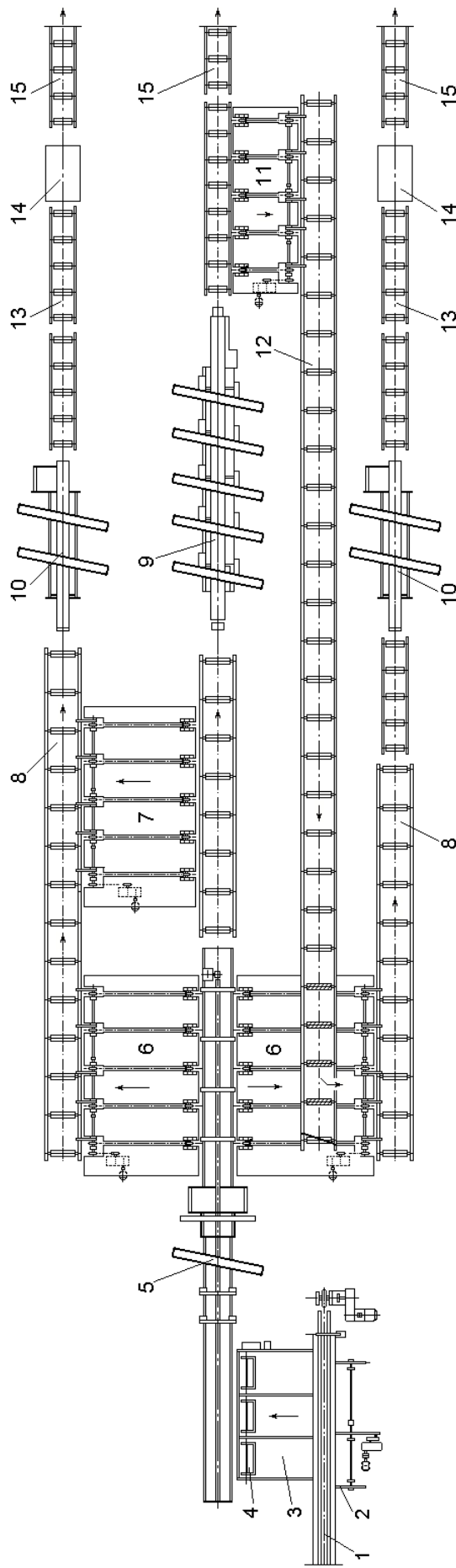


Рис. Схема лесопильного потока на базе ленточнопильных станков Гравитон:

1 – бревнотаска; 2 – сбрасыватель бревен; 3 – накопитель бревен; 4 – устройство поштучной выдачи бревен;

5 – трехленточный брусующий станок Гравитон - КЛБ; 6 – поперечный конвейер для транспортировки боковых горбылей;

7 – поперечный конвейер для транспортировки нижнего горбыля; 8 – роликовый конвейер; 9 – многоленточный станок Гравитон - МЛК для распиловки трехкантного бруса; 10 – горизонтальный ленточнопильный станок Гравитон - СПГ для выпилки

из горбыля одной или двух необрезных досок; 11 – поперечный конвейер для транспортировки верхнего горбыля; 12 – роли-

ковый конвейер для транспортировки верхнего горбыля; 13 – роликовый конвейер для транспортировки необрезных досок к

обрезному станку; 14 – двухленточный обрезной станок Гравитон - СКД; 15 – роликовый (или ленточный) конвейер для транс-

портировки обрезных досок из лесопильного цеха

Проблемы безопасности и экологии в деревообработке

Гамрекели М.Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ПРОБЛЕМНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК И ЛЕСОПИЛЕНИЯ

PROBLEM DIRECTIONS OF TIMBER CUTTING AND INDUSTRY WASTES RATIONAL UTILIZATION

В настоящее время значительная часть биомассы безвозвратно теряется при лесозаготовках и деревообработке в результате отсутствия системного подхода к решению проблемы утилизации отходов. Зарубежный и отечественный опыт показывает, что переработку отходов целесообразно организовать по двум направлениям:

1. Использование отходов лесосек, включая зеленую массу, ветки, тонкомерную древесину и корневую часть, для получения биохимических продуктов. Здесь следует обратить внимание на возможность использования зеленой массы хвойных и лиственных пород вблизи мест лесозаготовки, а также для измельчения и усреднения всех отходов лесосек и приведение их в состояние, удобное для дальнейшего использования. При этом нужно иметь в виду значительные затраты на транспортировку сырья от лесосеки до места переработки. Поэтому помимо стационарных установок целесообразно иметь транспортируемые мобильные модули перерабатывающего оборудования, которые можно было бы использовать непосредственно на лесосеке для получения полупродуктов.

2. Использование отходов лесозаготовок и лесопиления в качестве топлива.

Здесь возможно, по крайней мере, две ветви развития этого направления:

2.1. Приведение отходов в состояние, удобное для транспортирования и хранения (пеллеты, щепа, прессованные отходы). В этом случае возникает возможность отложенного спроса (что очень важно), когда это топливо можно применить в нужное время и в нужном месте.

2.1. Сжигание отходов непосредственно на лесосеке или в близко расположенном поселке. Тогда возможно получение только тепла или одновременно тепла и электроэнергии (примерно в равных долях) при использовании пиролизного газа в двигателе внутреннего сгорания, как привода электрогенератора. Следует иметь в виду, что при этом процессом проблемой остается нахождение такого технического решения для полезной утилизации тепла, которое позволит предотвратить его безвозвратные потери. Помимо его применения в инфраструктуре, обслуживающей этот комплекс, здесь возможно использование тепла в биохимических процессах (например, при переработке зеленой массы). Возможно также получение биогаза с последующим его компрессированием, что позволит реализовать идею отложенного спроса энергии отходов.

Во всех случаях при рассмотрении выбора технологий переработки отходов лесопромышленной отрасли необходимо руководствоваться:

– необходимостью их комплексного использования;
– соображениями по логистике; здесь имеется в виду дальность и удобство расположения источников отходов на территории, где они образуются, относительно мест потребления, виды отходов, их объемы, наличие кадрового потенциала для переработки, а также экономическую целесообразность использования отходов или продуктов, полученных на их основе, на территории Свердловской области и Уральского Федерального Округа или при поставках в др. регионы.

Проблемы ускорения разработки комплекса технологических процессов и оборудования для переработки отходов актуальна в связи с огромным потенциалом лесосеки и реальной перспективой увеличения объема лесозаготовок в ближайшие годы.

Глебов И.Т., Кузнецов А.И., Щепочкин С.В.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

АСПИРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА

THE ASPIRATION SYSTEM OF WOOD-WORKING SHOP

На работающих станках в деревообрабатывающем цехе образуется много стружки, опилок, пыли. Для удаления их от станков и создания нормативных санитарно-гигиенических условий труда на рабочих местах в цехе используется аспирационная система. Аспирационная система представляет собой совокупность станков, воздухопроводов, вентиляторов, фильтров, емкостей для временного хранения древесных частиц и опорных конструкций, объединенных в единое целое для достижения целей аспирации.

В деревообрабатывающем цехе одновременно могут быть использованы различные системы аспирации: автономные и централизованные, прямоточные и рециркуляционные. Прямоточные системы в последние годы стараются не применять, так как при функционировании такой системы очищенный воздух от пыли выбрасывается в атмосферу; в отопительный период года теплый воздух цеха выбрасывается в атмосферу.

Автономные системы. В цехах для улавливания стружки, опилок и пыли от отдельных станков широко применяют стружкоотсосы. Российский рынок предлагает огромный выбор отечественных и импортных стружкоотсосов. Конструкция их проста. На раме отсоса смонтированы вентилятор с одним или несколькими патрубками и мешки. Нижние мешки сделаны из брезента. В них собирается станочная стружка. Верхние мешки служат фильтрами. Они сделаны из фильтровальной ткани. Мешки крепятся на раме хомутами, которые фиксируются замками.

При работе поток воздуха и стружки вентилятором подается в мешки. Стружка оседает в нижних мешках, а воздух проходит через фильтровальную ткань верхних мешков, очищается и попадает в рабочую зону станка. Степень очистки воздуха достигает 99,9% при улавливании частиц с медианным диаметром не менее 5 мкм (ОАО "Консар"), 99% ООО "Эковент К" и 96,4% (ОАО "Эвента").

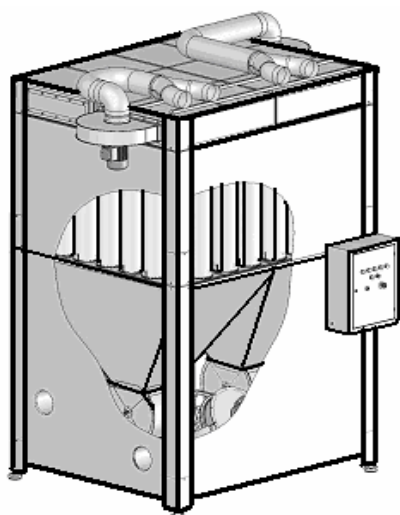
Недостатки применения стружкоотсосов. При простоте конструкции, достаточной степени очистки воздуха и невысокой цене (около 15 тыс. руб.) применение стружкоотсосов имеет ряд недостатков:

– стружкоотсос занимает производственную площадь цеха (более 2 м²), увеличивая размеры рабочего места;

– появляются трудоемкие ручные операции по удалению мешков с опилками за пределы цеха. Объем мешков равен около 0,1 м³, масса опилок в мешке равна около 25 кг. Возникают дополнительные организационно-технические вопросы по удалению мешков с опилками из цеха, погрузке опилок и стружек на автомобильный транспорт для вывоза их с территории предприятия.

– аспирационные характеристики подключаемого станка, как правило, не соответствуют техническим возможностям стружкоотсоса, поэтому стружкоотсос работает не в оптимальном режиме;

Автономные стационарные системы. Для обслуживания высокопроизводительных станков, например, четырехсторонних продольно-фрезерных выпускаются пылеулавливающие рукавные установки “Эвента 6”, “Эвента 9”, “Эвента 12” (рис. 1, а).



а



б



в

Рисунок 1 – Установки с рукавными фильтрами для высокопроизводительных станков: а – “Эвента 6”; б – УВП-ВБ; в – ФР

Установка состоит из корпуса, двух бункеров для сбора стружки и пыли, на которых смонтированы тканевые рукава. В верхней части корпуса имеется полость, в которую по воздуховодам с помощью двух вентиляторов подается пылевоздушная смесь.

Смесь попадает в тканевые рукава, при этом стружка падает в бункеры, пыль оседает на внутренних стенках рукавов, а воздух фильтруется, проходя через слой осевшей пыли и стенки рукавов, и возвращается в зоны резания станка.

Объем бункеров небольшой, поэтому они непрерывно опорожняются двумя приводными шлюзовыми питателями. Выгруженная стружка далее транспортируется к месту сбора пневмотранспортом или скребковым или ленточным транспортерами.

Для обслуживания шлифовальных станков ОАО "КОНСАР" выпускает аспирационные рециркуляционные установки типа УВП-ВБ (рис. 1, б). Установка УВП-ВБ может использоваться одновременно для обслуживания одного или нескольких станков, где суммарный объем отсасываемого воздуха не превышает 3000-12000 м³/ч.

Очистка воздуха происходит рукавными фильтрами. Степень очистки достигает 99%.

На раме установки смонтирован воздухопровод, соединенный с вентилятором. На воздуховоде на фланцах хомутами закреплены рукавные фильтры, сшитые из фильтровальной ткани. Площадь поверхности рукавов достигает 21-83 м². Рукава соединены между собой рамой встряхивания, на которой может быть установлен вибратор. Под установкой для сбора пыли установлены пластиковые емкости.

При работе поток воздуха и пыли от шлифовального станка подается вентилятором в воздухопровод и рукавные фильтры. Пыль оседает в емкости накопителя, а также оседает на стенках рукавов. Воздух проходит через ткань рукавов и попадает в рабочую зону станка.

Централизованные аспирационные системы. Для центральных систем аспирации выпускаются рукавные фильтры внутреннего и наружного исполнения модели ФР "Эковент". Фильтр (рис. 1, в) включает фильтровальную секцию, вентилятор в шумоизолирующем корпусе, механизм регенерации с электроприводом, пылесборный бункер емкостью 1 м³ или 1,7 м³, шкаф управления. Фильтры ФР-9; ФР-12 могут поставляться как с ручным включением регенерации, так и автоматическим. Фильтры ФР-16; ФР-20 – только с автоматической системой регенерации. Для механизации опорожнения бункера фильтр может быть оборудован шлюзовым питателем.

Фильтры наружного исполнения снабжены утепленным корпусом и системой пожаротушения, устанавливаемой внутри. Кроме того они могут снабжаться бункером емкостью до 12 м³.

Фильтры ФР "Эковент" выпускаются с производительностью по воздуху от 9000 до 20000 м³/ч. Одна установка может обслуживать одновременно несколько станков. Степень очистки запыленного воздуха при медианном диаметре частиц пыли 15 мкм равна 99,7 %.

Внешние стационарные цеховые установки. Для очистки больших объемов воздуха от древесных опилок, стружки, пыли и сбора отходов в бункере-накопителе ОАО "КОНСАР" выпускает аспирационные рециркуляционные стационарные цеховые установки типа УВП-СЦ. Установки выпускаются с производительностью 20000...105000 м³/ч и объемом бункера-накопителя отходов 10 ... 70 м³. Установки обеспечивают очистку воздуха до санитарных норм (степень очистки достигает 99,9%), что позволяет

возвращать очищенный воздух в рабочее помещение. В результате этого сокращаются затраты на приточную вентиляцию и в зимнее время экономия тепловой энергии достигает 80%.

Установки УВП-СЦ выполняются с основанием диаметром до 6000 мм и высотой более 12000 мм. Это дорогие установки.

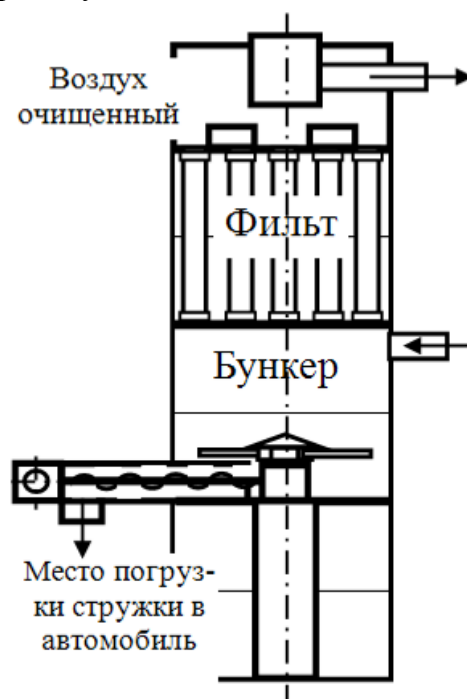


Рисунок 2 – Схема установки УВП-СЦ

Установка собрана из семи одинаковых секций 1 (рис. 2). Нижние две секции образуют основание, следующие две секции образуют бункер-накопитель древесных отходов, затем две секции занимает блок фильтров, верхняя секция формирует крышу и емкость для сбора очищенного воздуха.

Задачи проектирования нового оборудования. В деревообрабатывающих цехах часто используются станки, на которых образуется небольшое количество стружки и пыли. Например, на станке для заделки сучков СвСА-3 может быть получено стружки максимум 19,5 кг/ч, на ленточном шлифовальном станке – 6,7 кг/ч, на шлифовальном дисковом с бобиной ШлДБ-4 – 4,16 кг/ч, ШЛНСВ– 1,43 кг/ч, на линии по облицовке кромок мебельных щитов на участках снятия свесов, шлифования и сверления отверстий образуется стружки и пыли немного.

Все такие станки, являясь источниками запыления воздуха цеха должны подключаться к системе аспирации, но сделать это непросто. К централизованной системе аспирации подключить их невозможно, так как воздуховоды к ним получают малого диаметра с большим сопротивлением. Применять стружеотсосы в данном случае неразумно, так как стружеотсос не будет загружен по мощности, а площадь рабочего места увеличится.

Ответ напрашивается сам собой. Для малопроизводительных по выходу стружки станков необходимо проектировать аспирационные устройства встроенные в станок. Заводы изготовители станков и линий должны изготавливать станки с встроенными аспирационными системами, точно также как сейчас выпускаются станки с встроенными

гидравлическими системами. Аспирационные устройства, разработанные для конкретного станка, будут работать в оптимальном режиме с лучшими результатами очистки воздуха. У потребителя исключаются заботы о подключении станка к цеховой системе аспирации.

Москвин К.С. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ШУМА КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

THE ANALYSIS OF THE PROBLEM CONDITION OF RADIAL SAW MACHINE NOISE

Изыскание путей решения всего комплекса вопросов по шумобезопасности в деревообрабатывающем производстве на основе классических подходов и опыта, накопленного в других отраслях промышленности и областях техники, не может привести к ожидаемым результатам, так как мы имеем дело с массой специфических вопросов, постоянно стоящих или возникающих перед исследователями.

Шумы, создаваемые круглопильным станком, в основном, носят аэродинамический, механический и технологический характер. В результате завихрений и пульсаций воздуха в области зубчатого венца пилы, возникает аэродинамический шум, колебания пильного диска – механический шум, колебания древесины в пропиле – шум резания [1].

Главный источник механического звука – поперечные колебания периферийной части пильного диска. Как показали исследования, шумоизлучение дисковых пил происходит на собственных частотах, возбуждающихся при ударе зубьев по распиливаемой древесине. Спектр шума имеет ярко выраженный высокочастотный характер, основные составляющие спектра расположены в диапазоне частот 1000 – 8000 Гц, увеличение уровня звукового давления (по сравнению с холостым ходом) на 30-40 дБ.

Колебания диска имеют место как при холостом, так и при рабочем ходах. Интенсивность шума зависит от числа оборотов, размера и толщины пильного диска и числа его зубьев, скорости резания и подачи, конструкции пилы, вида обрабатываемого материала, точности балансировки.

Взаимосвязь между конструктивными параметрами установлена эмпирическим путем [2]:

$$L_x = 65 + 0,33V + 4,2h - 0,12Z, \text{ дБ}$$

$$L_p = 90 + 0,1(V + U) + 12D - 2,7h - 0,15z, \text{ дБ}$$

где L_x, L_p – УЗД на холостом и рабочем ходу, дБ; V- скорость резания, м/с; U – скорость подачи; D – Диаметр пилы, мм; h – толщина пилы, мм; z – число зубьев пилы.

На уровень шума влияет также плоскостность диска и правильная установка пилы. Особое внимание следует обратить на торцовое биение, которое необходимо систематически проверять и устранять шлифовкой на самом станке. Существенное влия-

ние на биение пилы оказывают: износ подшипников, колебания станины станка, фундамента, неуравновешенность шкивов, муфт, маховиков и т. п.

На шумообразование при рабочем ходе кроме перечисленных выше факторов оказывают существенное влияние способ формирования зуба, параметры древесины и процесс резания [3].

Шум при резании зависит от твердости и влажности древесины, однородности ее строения, толщины заготовки и скорости подачи. При резании сухой твердой древесины преобладают воюющие высокочастотные шумы с высоким уровнем звукового давления.

Древесина относится к анизотропным материалам волокнистого строения, характеризующимся различными свойствами в различных направлениях. При поперечном распиле в колебательное движение вовлекаются все волокна перерезаемой заготовки, вследствие чего генерируется шум более высоких уровней и частот, чем при продольном распиле, когда колеблются в основном только волокна, расположенные в зоне распила.

Известно, что характерными особенностями деревообрабатывающих станков являются: высокие частоты вращения, которые достигают 7000 об/мин; узкие диапазоны регулирования и отсутствие развитой кинематической структуры.

Станки различных типов имеют общие закономерности в формировании шума. На рис.1 приведены спектры шума для наиболее типичных условий эксплуатации различных станков.

Станок ЦА-2 создает уровни звукового давления, превышающие санитарные нормы до 14 дБ в области частот 250...8000 Гц. Максимальное превышение составляет 24 дБ в октаве со среднегеометрической частотой 4000 Гц.

Спектры шума круглопильного станка Цб-2 имеют равномерное распределение интенсивности, превышая нормы (до 22 дБ) в области частот 2000-8000 Гц. Четко выраженный максимум таких станков наблюдается в полосе со среднегеометрической частотой 4000 Гц.

Электрическая дисковая пила создает уровни звукового давления, превышающие санитарные нормы на 23 дБ.

Кроме этого, характер спектров шума продольно-пильного ЦА-2 и круглопильного Цб-2 станков и электрической дисковой пилой практически полностью идентичен на всех частотах (рис.).

Анализ литературы показывает, что основной метод снижения шума круглопильных станков в источнике – демпфирование пильного диска.

В последние годы появились новые звукопоглощающие материалы с высокими акустическими характеристиками, а также аппаратура, которая позволяет проводить и обрабатывать измерения в реальном масштабе времени. Она позволяет проводить измерения в диапазоне инфразвуковых частот. Все это ставит перед исследователями новые задачи. Основными выводами является следующее: у деревообрабатывающих станков различных типов наблюдаются общие закономерности в формировании шума; возникновение шума связано с процессом обработки деталей; технологический шум имеет ясно выраженный высокочастотный спектр.

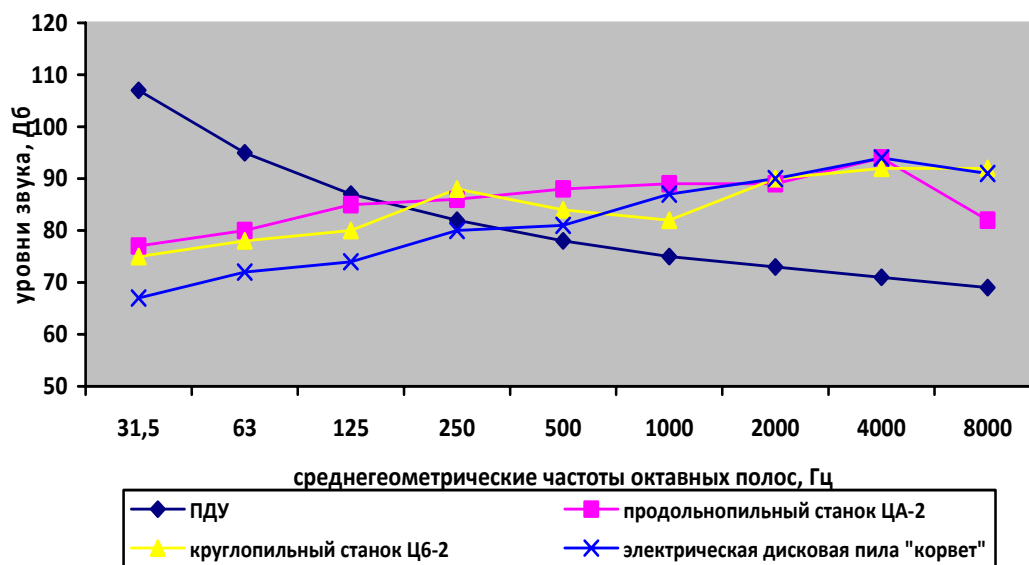


Рисунок – Спектры шума в рабочей зоне

Исследование и определение влияния процесса резания древесины на шумовые характеристики круглых пил определяет направление работы по снижению их шума. Подход к решению этого вопроса должен быть комплексным. Параллельно с разработкой мероприятий по снижению шума, производимого станком при работе в холостую, необходимо изыскивать способы снижения технологического шума. При это мероприятия должны быть согласованны с относительными долями технологического шума и шума, производимого станком при работе в холостую, в общем шумоизлучении станка. Для снижения технологического шума следует искать средства ограничения шумоизлучения в полосе частот от 2000 до 16000 Гц, в которой излучаемые потоки звуковой энергии имеют максимальные значения.

Несмотря на то, что проведение акустических мероприятий по снижению шума на деревообрабатывающих предприятиях требует определенных (иногда не малых) затрат, их необходимость очевидна. Снижение шумового воздействия помогает сохранить здоровье людей и, как следствие этого, повысить производительность труда.

Библиографический список

1. Манжос Ф.М. Дереворежущие станки М.: Лесная промышленность, 1974.-454с.
2. Указания по снижению шума в деревообрабатывающей промышленности, М.: Лесная промышленность, 1976.-152с.
3. Чижевский М.П., Черемных Н.Н. Пути снижения шума в лесопильно-деревообрабатывающем производстве. - М.: Лесная промышленность, 1976.-152с.

Тракало С.Ю. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ПРОБЛЕМА ШУМА СТАНКОВ СТРОГАЛЬНОЙ ГРУППЫ

THE PROBLEM OF PLANER MACHINE NOISE

Участки и цеха деревообрабатывающих производств можно отнести к категории опасных, т.к. у этого оборудования в большинстве случаев на рабочих местах наблюдаются повышенные уровни шума, превышающие предельно - допустимые значения, согласно нормативно техническим документам [1].

В деревообрабатывающей промышленности применяются станки различного назначения и многообразного конструктивного исполнения. В данной работе рассмотрены станки, относящиеся к строгальной группе. Эти станки выбраны в силу следующих соображений. Они имеют наибольшее распространение и являются наиболее шумным деревообрабатывающим оборудованием.

К строгальным станкам относятся фуговальные, рейсмусовые и четырехсторонние строгальные.

Вопросы шума в деревообрабатывающей промышленности исследуется уже давно, в том числе станков строгальной группы. Этой проблеме посвящена довольно обширная литература.

В работе [2] было показано, что основным источником шума, создаваемого этой группой станков на рабочем и холостом ходу, являются ножевые валы и головки. Конструкция ножевого вала нерациональна с точки зрения шумообразования, так как имеющиеся пустоты в головке являются зоной завихрения воздуха при вращении вала с большой скоростью. Шум образуется вследствие завихрений потоков воздуха на режущих кромках ножей и в пустотах ножевого вала и вследствие уплотнения воздуха, увлекаемого ножами в момент прохождения ими кромки накладки. Это свидетельствует о том, что главный источник шума - ножи и что шум холостого хода - аэродинамического происхождения.

Уровень шума возрастает с увеличением числа ножей, их выставки из ножевого вала, а также с увеличением диаметра и длины ножевых валов и частоты вращения. С увеличением числа ножей с 2 до 4 уровень шума повышается на 1 - 5 дБА. Выставка ножей над образующей цилиндра на 3 мм увеличивает уровень шума на 7 дБА. При возрастании частоты вращения с 3000 до 6000 об/мин уровень шума возрастает примерно на 12 дБА.

Кроме аэродинамического шума имеет место механический шум. Он появляется вследствие вибраций ножевого вала, поверхности станка, ограждающих кожухов и т. п. По уровню он ниже аэродинамического шума и им маскируется.

В работе [3] разъясняется, что при резании древесины у станков строгальной группы наблюдается ярко выраженный высокочастотный шум, значительно превышающий допустимые нормы. Интенсивность шума этих станков зависит от конструкции режущего инструмента, числа оборотов ножевого вала, скорости подачи и параметров обрабатываемого материала. Чем тоньше заготовка, выше степень затупления ножей и выше скорость резания, тем выше уровень шума. Он зависит от породы, твердости и влажности - древесины: чем тверже и суше древесина, тем уровень шума выше.

Нами были проведены эксперименты, которые показали, что выводы, сделанные в работах [2-3] справедливы.

На рисунке 1 «Уровни шума при строгании на фуговальном станке СФ 400» представлены результаты замеров уровней звукового давления на фуговальном станке СФ 400. В качестве заготовки была использована обрезная доска, порода – сосна. Из графика видно, что на низких составляющих частотного спектра генерируется шум холостого хода, однако на более высоких преобладает уровень шума на рабочем ходу.

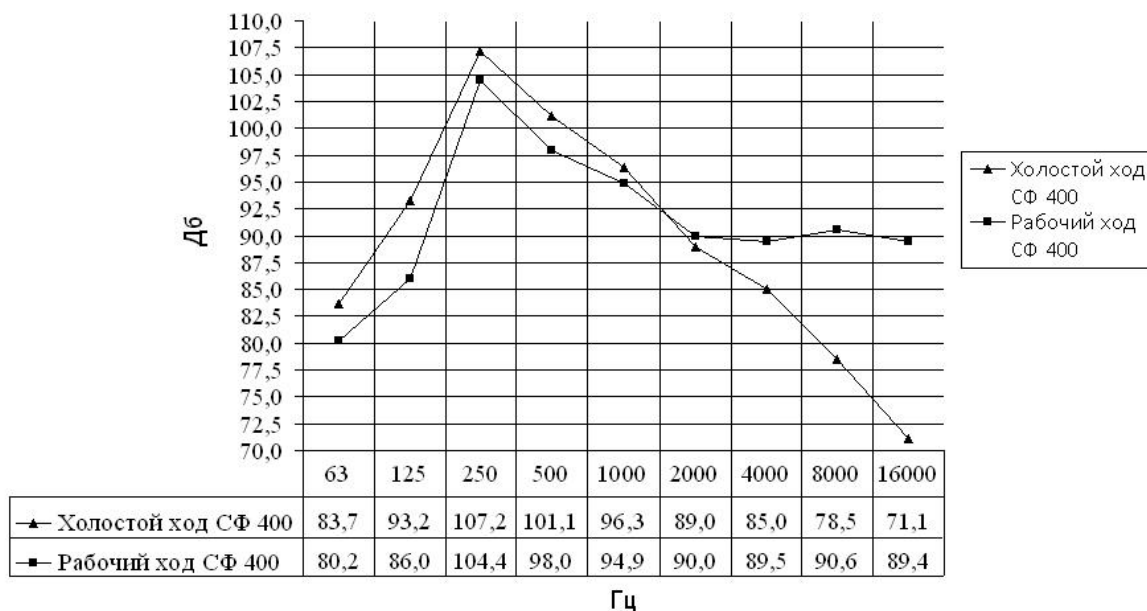


Рисунок 1 – «Уровни шума при строгании на фуговальном станке СФ 400»

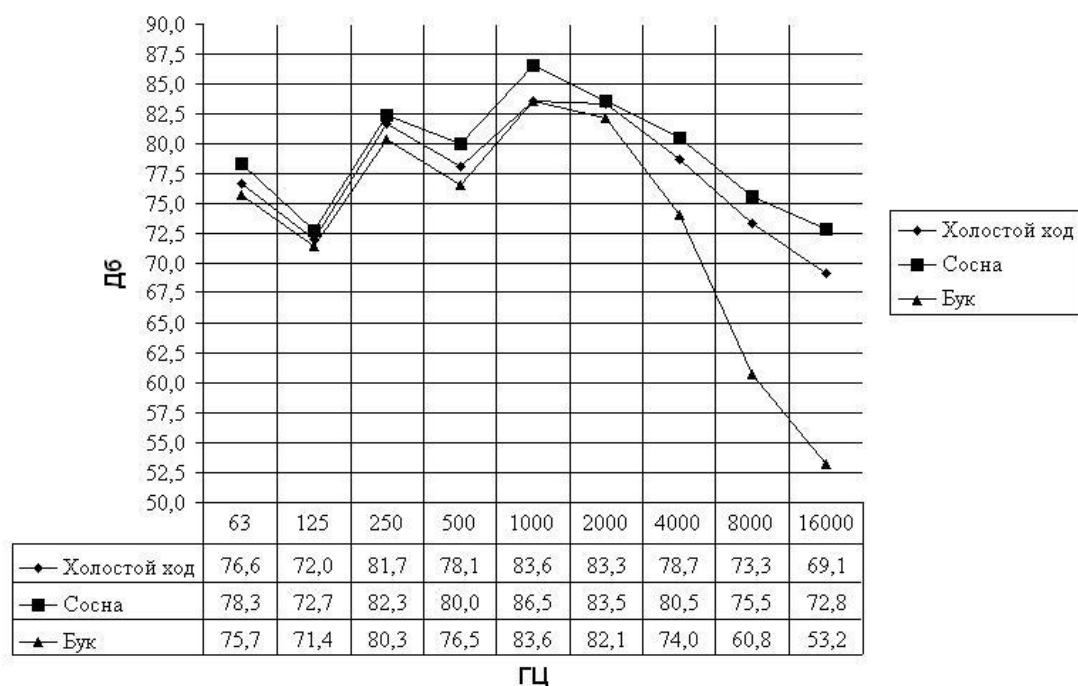


Рисунок 2 – «Уровни шума при строгании на строгальной машине Корвет 104»

Результаты эксперимента, который проводился на строгальной машине Корвет 104 приведены на рисунке 2. В качестве заготовок были использованы доски одинаковых размеров разных пород: сосна и бук. На рисунке 1 видно, что уровень шума холостого хода на всех спектрах частот ниже. Так же подтверждается вывод, сделанный в работах [2-3], о том, что уровень шума при строгании твёрдой породы выше, чем при строгании мягкой.

Опыты, проводимые ранее, делались давно, в производственных помещениях, в которых работает другое производственное оборудование, что приводит к значительной погрешности и носили частный характер. В настоящее время, конструкции деревообрабатывающих станков строгальной группы стали более совершенны, с точки зрения снижения уровня шума. Современная измерительная виброакустическая аппаратура точнее и позволяет измерять также и инфракрасный звук. Поэтому, проблема исследования шума в станках строгальной группы требует дальнейшего изучения.

Библиографический список

1. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
2. Чижевский М. П., Черемных Н. Н. Пути снижения шума в лесопильно-деревообрабатывающем производстве. – М.: Лесная промышленность, 1978 - с. 129-130.
3. Указания по снижению шума деревообрабатывающей промышленности. – М.: Лесная промышленность, 1976.-152 с.

Чумарный Г. В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ОЦЕНКА ТРАВМАТИЗМА И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

THE ESTIMATION OF TRAUMATISM AND MORBIDITY IN A MATHEMATICAL MODELING BY SAFETY OF LABOUR PROVIDING ON A WOODWORKING ENTERPRISE

Важнейшими задачами охраны труда на предприятиях деревообработки является предупреждение травматизма в цехах механической обработки древесины и снижения уровня профзаболеваний.

Применение математического моделирования к разработке действенных мероприятий по охране труда предполагает оценку рисков, определяемых воздействием на оператора деревообрабатывающего оборудования разнообразных производственных факторов. При использовании различных методик создания моделей возникает необходимость дать количественную оценку и определить степень вредного воздействия того или иного фактора, что, в конечном итоге, и определяет адекватность рассматриваемой

модели реальной ситуации. Наряду с соотношениями приводимыми в [1], предлагается ряд других подходов: [3],[4]

Степень вредного воздействия на человека гигиенического или физиологического фактора предлагается определить по формуле распределения случайных величин:

$$R_i = 1 - \exp(-bax_i^2)$$

где R_i - показатель степени вредности i -го фактора (от 0 до 1); a – коэффициент, характеризующий интенсивность вредного воздействия данного фактора; b – коэффициент, характеризующий продолжительность воздействия данного фактора:

$$b = \frac{t_i}{t_c}$$

где t_i – продолжительность воздействия данного фактора за смену; t_c – продолжительность смены; x_i – относительное значение i -го фактора, определяемое соотношением:

$$x_i = \frac{A_i - A_o}{A_o}$$

где A_i , A_o – соответственно фактическое и оптимальное значения данного фактора.

Интегральный показатель вредности R_o групп факторов определяется по формуле:

$$R_o = R_{\max} + \frac{1 - R_{\max}}{n - 1} \sum_{i=1}^{k-1} R_i$$

где R_{\max} – основной показатель из учитываемых факторов; R_i – показатель i -го сопутствующего фактора; n – число временных факторов, наиболее характерных для данного производственного процесса; k – число учитываемых факторов. Такой подход к анализу условий труда недостаточно отражает действительное состояние производственной среды: неопределённое число факторов, интервальный характер полученных значений вносят погрешность и не позволяют сравнить условия труда в случае близких значений параметров.

В работе [6] оценка безопасных условий труда базируется на данных по производственному травматизму. По данным актов по форме Н-1 для установленных x_{\min} и x_{\max} значений числа дней нетрудоспособности, вводится параметр λ по формуле:

$$\lambda = \frac{x_{\min} - x_{\max}}{1 - 3.322 \lg M}$$

где M – общее число значений x_i (число актов о несчастных случаях). Затем вычисляется среднее арифметическое квантовой случайной величины x_i :

$$x = \sum_{i=1}^N x_i n_i / \sum_{i=1}^N n_i$$

где n_i – число человек, получивших травмы различной степени тяжести: N – число интервалов. Тяжесть травматизма определяется величиной $\mu = 1/x$, где x – среднее количество дней нетрудоспособности. С учётом законов распределения длительности лечения (нетрудоспособности) вычисляется вероятность отсутствия работника на рабочем месте из-за травмы или заболевания $Q(t)$, которая зависит от значений параметров μ и λ :

$$Q(t) = \frac{\lambda}{\lambda - \mu} [\exp(-\mu t) - \exp(-\lambda t)]$$

В работе [5] потенциальная опасность и вредность рассматривается как вероятностная мера двух событий (производственной травмы и профессионального заболевания), количественная оценка которых определяется через расчёт их вероятности.

Вероятность получить производственную травму P_o при одновременном воздействии i -го опасного фактора может быть определена по формуле:

$$P_o = t_i^o t_i^p T_{см}^2$$

где t_i^o - время действия i -го опасного фактора в течение рабочей смены; t_i^p - время нахождения работающего в зоне действия i -го опасного фактора; $T_{см}$ - продолжительность рабочей смены.

Вероятность получить профессиональное заболевание P_B при одновременном воздействии m вредных факторов определяется по формуле:

$$P_B(m) = 1 - \prod_{j=1}^m \left(1 - \frac{t_j^B t_j^P d_j}{D_j T_{см}^2} \right)$$

где t_j^B и t_j^P - продолжительность действия j -го вредного фактора в течение рабочей смены; d_j - фактическое содержание j -го вредного фактора; D_j - предельное содержание j -го вредного фактора, при котором возникает профессиональное заболевание (с вероятностью, близкой к единице).

Использование той или иной оценки в рамках математической модели прежде всего определяется в зависимости от целей моделирования: дескриптивных, оптимизационных или управленческих, затем выбираются методы реализации моделей: аналитические или алгоритмические. К числу достоинств аналитических методов следует отнести наличие хороших программных реализаций математических вычислений в таких пакетах как Derive, MatLab, Mathcad, Maple, Mathematica и др. С другой стороны, получение аналитического решения возможно лишь для достаточно простых моделей. Кроме того часто, в силу сложности описания, количественной оценки и не всегда определенного числа производственных факторов и их разнородности актуально применение алгоритмических методов реализации модели, среди которых выделим численные и имитационные. Помимо уже упомянутых, из известных программных комплексов можно упомянуть процессно-транзактно-ориентированные системы моделирования блочного типа - (Extend, Arena, ProModel, Witness, Taylor, Gpss/H-Proof, и др.); а для систем, ориентированных на непрерывное моделирование - модели и методы системной динамики, - (Powersim, Vensim, Dynamo, Stella, Ithink и т.д. [2].

Таким образом, можно заключить, что выбор конкретной математической модели при учёте травматизма и заболеваемости необходимо осуществлять исходя из тех оценок, которые наиболее полно соответствуют рассматриваемый объект. В качестве вариантов оценки можно использовать соотношения приведённые выше.

Библиографический список

1. К вопросу обеспечения безопасности труда на деревообрабатывающем предприятии. [Электронный ресурс]: материалы II Международный евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» / авт. ста-

тьи Чумарный Г. В., — Электрон. текстовые данные — Екатеринбург. : УГЛТУ, 2007. — Режим доступа: http://symposium.forest.ru/article/2007/5_safety/chumarnyj.htm, — Загл. с экрана.

2. Чумарный Г.В. Подход к применению математического моделирования при создании эффективной системы управления охраной труда на предприятии/ 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.

3. Голдобина Л.А. Совершенствование условий и охраны труда в сельском строительстве разработкой и внедрением инженерно-технических мероприятий/ Диссертация на соискание учёной степени к.т.н. – СПб-Пушкин.: 1998. – 325 с.

4. Носов В.Б. Безопасность труда / Под ред. В.В. Амбарцумяна.-М.: Машиностроение, 1994.-144с.

5. Чернов Е.Д. Теоретические основы и методология проектирования систем обеспечения безопасности производственных процессов. Автореферат на соискание уч.ст.д.т.н. На правах рукописи. С-Пб, 1996.

6. Шкрабак В.С., Копылов Г.И. Краткосрочное прогнозирование травматизма в с.х. производстве и пути его профилактики. Рекомендации. – М.: Россельхозиздат, 1975.-25 с.

Проблемы профессионального образования и инжиниринга в деревообработке

Антропова Н.К. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

К ВОПРОСУ О МЕТОДОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЛОСОФИИ НА ФАКУЛЬТЕТЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСИНЫ

TO THE QUESTION ON METHODOLOGY OF PHILOSOPHY TEACHING AT FACULTY MTD

I. Учебно-методические положения

Преподавание гуманитарных дисциплин, в том числе и философии, требует разностороннего подхода с учетом специфики факультета, различных методов работы, практического взаимодействия с предметами специального блока и др.

При подготовке специалиста любого профиля следует учитывать то, что он будет работать не только с машинами, прежде всего с людьми. Будущий специалист должен быть универсальным, обладать необходимым уровнем духовного и культурного развития.

Целью преподавания любого курса, гуманитарного в том числе, на современном этапе, является выработка умения находить связь изучаемого теоретического материала с практикой. Успешность обучения во многом обусловлена тем, насколько эффективно будет сокращаться отставание системы образования от требований внешней среды.

В связи с поставленной целью могут быть решены следующие задачи:

1. Развитие творческого отношения, формирование креативности.
2. Формирование творческой активности у студентов в процессе обучения при использовании современных технических средств обучения.
3. Ориентирование в потоке информации.
4. Обучение методам самостоятельной работы, формирование способности к самообучению.
5. Формирование научного мышления (не мозаичного, не мифологического).
6. Выработка умения критического анализа действительности.
7. Воспитание культуры общения (не только в стенах учебного заведения, но и за ее пределами) и др.

Эти задачи могут быть решены с использованием следующих методов:

1. Защита рефератов по выбранной самими студентами теме. Это может быть не только письменная работа, но и выполненная в другой, произвольной форме, согласованной с преподавателем. Рефераты могут быть выполнены одним студентом самостоятельно или небольшим коллективом.
2. Подготовка докладов на семинаре, заставляющих прорабатывать материал, выходящий за рамки учебника или лекции.
3. Перевод лекций из разряда информационных в разряд проблемных.

4. Визуализация лекций: использование ТСО и новых информационных технологий.

5. Использование активных форм проведения семинарских занятий:

- семинар-дискуссия
- семинар-исследование
- деловые игры
- практикум
- тестирование как метод оценки качества обучения
- викторины
- «круглый стол»
- брэйн-ринг и др.

6. Привлечение студентов к НИР (совместное написание научных работ) и др.

7. Написание рецензий на философские статьи

Использование этих методов позволит решить основную цель преподавания на современном этапе.

II. Практическая философия

В преподавании философии на факультете механической технологии древесины (МТД) прежде всего ориентируемся на связь теории и практики, на так называемую практическую философию [1].

Философия – это особый тип культуры, не сводимый ни к наукам, ни к искусствам. Философия - это любовь к мудрости, любовь к рассуждению, любовь к слову. Философствовать – значит искать и находить пути к «правильной» жизни, к «достойной» жизни.

Практическая философия - это часть философии, непосредственно оказывающая влияние на жизнь людей – через философские тексты и речи, через живое общение философов с людьми, через философские беседы людей друг с другом

Цель практической философии - побуждать с помощью мысли к правильным хорошим действиям и отвращать от ошибочных, плохих действий.

Практическая философия – это философия, имеющая целью воздействовать на людей силой мысли через посредство слова, убеждения – в процессе живого общения.

Суть практической философии - в эксклюзивности, в адресности, в индивидуальном подходе.

Одной из задач практической философии является высвечивание связи общего и единичного (отдельного), связь фундаментальных философских и конкретных жизненных вопросов.

На Западе существует прикладная философия. Прикладная философия – это размышление о проблемах реальной жизни; философия, имеющая непосредственной отношение к жизненным решениям, прежде всего в области морали и политики. Темы прикладной философии: права животных, ложь и тайна в общественной жизни, эвтаназия, проблема секса, абортов, феминизм и др.) [2].

В настоящее время в России широко используется так называемая «прикладная философия» (она мало подходит как западной прикладной философии, так и к нашей практической философии). Например, использование в рекламных целях «философия

обуви», на флаконе духов «философия вкуса», в учебнике по маркетингу один раздел называется «философия предприятия» и др.

В учебных пособиях по философии появились такие разделы как: «философия любви», «Философия одиночества» и др.

Можно называть эту философию как угодно – суть не меняется. Эта философия, в отличие, например, от жизненной философии (каждый человек в той или иной мере является философом; философия незримо присутствует в сознании людей, хотя они этого или нет), от научной философии (имеющей опосредованное отношение к жизненным решениям) имеет непосредственное отношение к проблемам жизни.

Мы называем эту философию практической. Одним из ее разделов является прикладная философия.

Практическая философия позволяет выбрать индивидуальный подход к каждому студенту, получить эмоциональный отклик, развить их потребности и мотивы.

В практической философии можно выделить несколько частей:

1. философские тексты и речи (прежде всего тексты, касающиеся таких тем как: жизнь, смерть, бессмертие человека; счастье и любовь; здравый смысл и др.); цитаты (высказывания выдающихся и не очень людей), афоризмы,
2. загадки, шутки, легенды,
3. задачи, упражнения, кроссворды,
4. философские беседы,
5. прикладная философия.

Автором издана методическая разработка на тему: «Практикум по философии» для студентов МТД. В ней собраны загадки, шутки, афоризмы философов; даны задания и упражнения по некоторым разделам философии (особенно много упражнений по категориям диалектики, таким как «общее и единичное», «причина и следствие», «случайность и необходимость» и др.); предложены задания для самостоятельного изучения.

На кафедре философии издана хрестоматия с философскими текстами и заданиями к ним: Е.А.Яковлева, П.В.Хрущева. Европейская философия, части 1 и 2 (2005); П.В.Хрущева, С.П. Кеменова, Е.А.Яковлева. Философия XX века. (2007).

Студенты пишут рефераты по прикладной философии по таким темам как: «Философия дизайна», «Философия свободы», «философия любви», «Философия денег», «Философия сверхчеловека», «Философия маркетинга», «Философия танца» и др.

III. Кое-что о тестировании

Тестирование может быть хорошо для некоторых предметов. Но только не для философии.

Философия – это прежде всего размышление, умение мыслью (через слово) «пронзить века».

Философ – это универсальный мыслитель. Философ располагает таким средством решения проблем, каким никто не располагает профессионально – это мысль.

У философа всеохватный взгляд на человека. Для него человек - это и субъект, и объект, и един, и неедин, и «я», и «мы», и индивид, и человеческий род.

Тесты выявляют только знания, и ничего больше. Даже не знания, а умение нажимать на клавиатуру и выбирать правильный ответ «наугад». Получает большее количество баллов на тестировании не тот студент, который хорошо учится, а тот, кто хорошо умеет нажимать «кнопочки». На тестировании «вредно» думать, от этого начинаются метания из стороны в сторону. В тестах очень часто есть вопросы, предполагающие несколько правильных ответов – как на них ответить, знания не помогут.

Итоговое тестирование почти ничего не дает студенту, только, может быть, хорошую отметку в зачетную книжку.

Тестирование возможно только как промежуточный этап для проверки знаний.

Библиографический список

1. Л.Е. Балашов. Занимательная философия (2005), Практическая философия (2005) и др.
2. Тейчман Д. К.Эванс. Философия для начинающих. М., 1997.

Глебов И.Т., Кузнецов А.И.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ТОЧНОСТИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

THE RESEARCH OF THE ACCURACY CONDITION WOODWORKING MACHINE IN EDUCATIONAL PROCESS

Технологическая точность деревообрабатывающего станка характеризуется фактическими погрешностями размеров и формы, обработанных на станке деталей в сравнении с размерами и формой, заданными на чертеже. Получаемые на станке размеры деталей зависят от многих факторов, таких как:

- геометрических погрешностей станка, инструмента, приспособлений;
- погрешностей настройки;
- жесткости упругой технической системы "станок";
- неоднородности свойств древесины;
- нестабильности режима обработки;
- человеческого фактора: умений, навыков, утомленности станочника, его психологического состояния;
- состояния окружающей среды и др.

Все эти факторы действуют одновременно, зависят друг от друга и формируют конечный размер детали, обрабатываемой на станке. В связи с этим процесс размерообразования при анализе рассматривается системно. Процесс образования на станке размеров и формы деталей соответствует состоянию технологической системы. Эта система динамичная, постоянно меняющая свое состояние во времени. Образующиеся

размеры деталей носят случайный характер, поэтому систему называют еще вероятностной. Для исследования таких систем используют методы теории вероятности и математической статистики.

Математические методы позволяют по параметрам небольшой выборки с заданной точностью судить о параметрах генеральной совокупности. Они позволяют определить тенденцию изменения точности обработки деталей на станке и установить момент, когда фактический размер детали может выйти за пределы поля допуска. Знание этого момента времени дает возможность управлять процессом обработки деталей.

Изучение на лабораторных работах математических методов в приложении к управлению точностью процесса обработки деталей позволяет улучшить качество продукции. Обучающиеся имеют возможность научиться, получить умения и навыки по исследованию точности станков, точности настройки станков на размер.

Определение точности станка. В лабораторной работе по учебной дисциплине “Оборудование отрасли” исследуется точность рейсмусового станка. Точность станка регламентирована нормами точности по ГОСТ 7228-75 и задана допуском величиной 0,15 мм.

Точность станка определяется путем исследования выборки, взятой из генеральной совокупности при обработке партии деталей. Для образования выборки обследуют не менее 50 обработанных деталей. При этом контролируемый размер измеряют в трех местах детали длиной 1000 мм: посередине и в 20 мм от торцов. Данные измерений заносят в протокол.

Далее находят центр группирования размеров партии деталей (среднее арифметическое значение):

$$\bar{x}_g = \frac{\sum_{i=1}^N x_i n_i}{n},$$

где x_i - среднее значение интервала;

n_i - частота (число размеров деталей в интервале);

n - количество измерений размеров в совокупности.

Находят среднее квадратичное отклонение выборки по формуле:

$$s_g = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n - 1}}.$$

Поле рассеяния размеров партии деталей, обработанных на станке, может быть найдено по формуле:

$$\omega = 6s_g.$$

С учетом погрешности на размерную настройку станка допуск качества будет:

$$ITq = 6,6 s_g.$$

Пример обработки выборки при определении точности размеров деталей, обработанных на станке, приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Пример протокола статистической обработки результатов измерений

№ интервалов	Границы интервалов, мм	Середина интервала x_i , мм	Частота n_i , т.	$x_i n_i$	$x_i - \bar{X}$	$(x_i - \bar{X})^2$	$(x_i - \bar{X})^2 n_i$
1	31,80-31,84	31,82	6	190,92	-0,1866	0,0348	0,2091
2	31,85-31,88	31,86	7	223,02	-0,1466	0,0215	0,1506
3	31,89-31,92	31,90	9	287,1	-0,1066	0,0114	0,1024
4	31,93-31,96	31,94	15	479,1	-0,0666	0,0044	0,0667
5	31,97-32,00	31,98	27	863,46	-0,0266	0,0007	0,0192
6	32,01-32,04	32,02	35	1120,7	0,0133	0,0002	0,0062
7	32,05-32,08	32,06	28	897,68	0,0533	0,0028	0,0796
8	32,09-32,12	32,10	10	321,0	0,0933	0,0087	0,0871
9	32,13-32,16	32,14	8	257,12	0,1333	0,0178	0,1422
10	32,17-32,20	32,18	5	160,9	0,1733	0,0300	0,1502
Итого:			150	4801			1,0133

Величина интервала $K = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{N} = \frac{32,20 - 31,80}{150} = 0,04$ мм.

$$\bar{x}_g = \frac{\sum_{i=1}^N x_i n_i}{n} = \frac{4801}{150} = 32,0 \text{ мм.}$$

$$s_g = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n - 1}} = \pm \sqrt{\frac{1,0133}{150 - 1}} = 0,082 \text{ мм.}$$

$$ITq = 6,6 \cdot s_g = 6,6 \cdot 0,082 = 0,5442 \text{ мм}$$

По ГОСТ 6449.1-82 находим, что для размера 32 мм поле допуска 0,5442 мм соответствует качеству №14. Поле допуска станка меньше нормативного 1,5 мм.

Определение настроенности рейсмусового станка. Пусть случайная величина толщины столярных щитов X , обрабатываемых на рейсмусовом станке, имеет нормальное распределение. Выборка объемом $n = 50$, извлеченная из генеральной совокупности, имеет следующее распределение частот:

x_i , мм	15,5	15,7	16,9	16,1
n_i	10	18	12	10

Точность станка, определяемая среднеквадратическим отклонением, задана и равна $\sigma_0 = 0,3$ мм.

Определить настроенность станка при обработке щитов по толщине, если толщина деталей по чертежу равна $16 I_5 14 (16 \pm 0,215 \text{ мм})$.

Настроенность станка определяют по центру настройки \bar{x} , равному математическому ожиданию [1]. Возможны оценки в виде точечного значения $\hat{\mu}$ или в виде интервала, который с известной степенью доверия (доверительной вероятностью) включает неизвестное значение μ .

Интервал может быть:

- двусторонним, если необходима уверенность с заданной доверительной вероятностью, в каких пределах может лежать μ ;
- односторонним с верхней границей, если необходима уверенность, что μ не выше какого-то значения;
- односторонним с нижней границей, если необходима уверенность, что μ не ниже какого-то значения.

Для решения задачи используют квантили (рис. 1). Квантилем уравнения α (α квантиль) называется такое значение x_α случайной величины X , при котором ее функция распределения принимает значение, равное α . Для непрерывной случайной величины квантили – это такие границы, которые делят всю вероятность на четыре равные части. Различают три квантили: левую ($Q_1=1/4$), центральную ($Q_2=1/2$) и правую ($Q_3=1/4$).

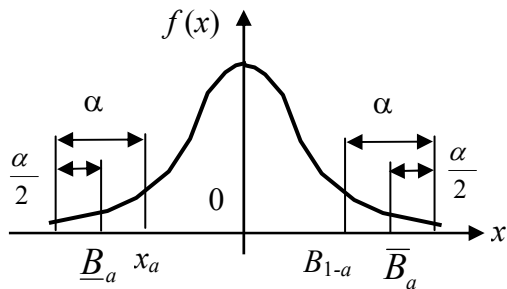


Рисунок 1 – Квантили

Решение. Принимаем доверительную вероятность (надежность) оценки (уровень значимости) $1 - \alpha = 0,95$.

1. Квантиль стандартного нормального закона распределения уровня $(1 - \alpha)$ по таблице значений функций стандартного нормального закона распределения:

$$U_{1-\alpha} = \Phi(1,5+z) = 1,5+0,14 = 1,64.$$

2. Квантиль стандартного нормального закона распределения уровня $(1 - \alpha/2)$. Если $1 - \alpha = 0,95$, то $\alpha = 0,05$, $\alpha/2 = 0,025$, $1 - \alpha/2 = 0,975$ и квантиль уровня $(1 - \alpha/2)$ по таблице значений функции:

$$U_{1-\alpha/2} = 1,5 + 0,46 = 1,96.$$

3. Находим общую выборочную среднюю:

$$\bar{x} = \frac{15,5 \cdot 10 + 15,7 \cdot 18 + 16,9 \cdot 12 + 16,1 \cdot 10}{10 + 18 + 12 + 10} = \frac{800,4}{50} = 16,008 \text{ мм.}$$

4. Вычисляем коэффициенты

$$K_1 = \frac{U_{1-\alpha}}{\sqrt{n}} = \frac{1,64}{\sqrt{50}} = 0,232 \text{ мм,}$$

$$K_2 = \frac{U_{1-\alpha/2}}{\sqrt{n}} = \frac{1,96}{\sqrt{50}} = 0,277 \text{ мм.}$$

5. Результаты оценки настроенности станка.

5.1. Точечная оценка параметра μ : $\hat{\mu} = \bar{x} = 16,008 \text{ мм.}$

5.2. Двусторонний симметричный доверительный интервал для μ :

$$\bar{x} - K_2 \sigma_o \leq \mu \leq \bar{x} + K_2 \sigma_o,$$

$$16,008 - 0,277 \cdot 0,3 \leq \mu \leq 16,008 + 0,277 \cdot 0,3,$$

$$16,008 - 0,083 \leq \mu \leq 16,008 + 0,083, \quad 15,925 \leq \mu \leq 16,091.$$

5.3. Односторонние доверительные интервалы для μ :

$$\mu \leq \bar{x} + K_1 \sigma_o, \quad \mu \leq 16,008 + 0,232 \cdot 0,3,$$

$$\mu \leq 16,008\text{мм} + 0,069\text{мм} \text{ или } \mu \geq 16,008\text{мм} - 0,069\text{мм}.$$

$$\mu \leq 16,077\text{мм} \text{ или } \mu \geq 15,938\text{мм}.$$

Вывод. Сравнивая заданный размер детали $16 \pm 0,215$ мм (16,215...15,785) мм с границами расчетных доверительных интервалов μ , убеждаемся, что размеры толщины деталей укладываются в пределах поля допуска. Станок настроен правильно.

Проверка правильности настройки станка на настроечный размер при известной точности. Пусть на деревообрабатывающем станке обрабатывается деталь с одним из размеров $15^{+0,27}$ мм. Поле допуска равно 0,27 мм, поле рассеяния размеров на станке 12-го качества точности $\omega = 6\sigma = 0,18$ мм. Среднее квадратическое отклонение $\sigma = 0,03$ мм. Начальный центр настройки станка при настройке по нижнему предельному отклонению

$$x_n = \mu_0 = d + ei + \frac{\omega}{2},$$

где d – номинальный размер, мм;

ei – нижнее предельное отклонение размера, мм;

μ_0 – заданное значение размера, мм.

$$x_n = \mu_0 = 15 + (-0,27) + \frac{0,18}{2} = 14,82 \text{ мм}.$$

Из генеральной совокупности извлечена выборка размеров обработанных деталей объемом $n = 30$. Распределение частот выборки:

x_i	14,82	14,84	14,86	14,88	14,90
n_i	3	6	10	7	4

Сравнить неизвестное среднее значение с заданным значением μ_0 при известной дисперсии $D = \sigma^2$, и **доказать**, что математическое ожидание всей генеральной совокупности будет не меньше настроечного размера.

Решение. 1. Принимаем значение уровня значимости $\alpha = 0,01$ и определяем доверительную вероятность (надежность) оценки $p = 1 - \alpha = 0,99$. При уровне значимости $\alpha/2 = 0,005$ доверительная вероятность $p = (1 - \alpha/2) = 0,995$.

2. По таблице значений функции стандартного нормального закона распределения принимается квантиль уровней $(1 - \alpha)$ и $(1 - \alpha/2)$. Значение квантили $U_{(1-\alpha)}$ уровня $(1 - \alpha)$ находят как значение аргумента U , соответствующего значению функции $\Phi(u) = 1 - \alpha$:

$$U_{(1-\alpha)} = 2,0 + 0,33 = 2,33;$$

$$U_{(1-\alpha/2)} = 2,5 + 0,08 = 2,58.$$

3. Находим среднее выборочное значение

$$\bar{x} = \frac{14,82 \cdot 3 + 14,84 \cdot 6 + 14,86 \cdot 10 + 14,88 \cdot 7 + 14,90 \cdot 4}{3 + 6 + 10 + 7 + 4} = 14,862 \text{ мм}.$$

Результаты

Сравнение выборочного среднего значения \bar{x} с заданным значением μ_0 :

1. В двустороннем случае: предположение равенства выборочного среднего и заданного значений (нулевая гипотеза) отклоняется, если $|\bar{x} - \mu_0| > [u_{1-\alpha/2} / \sqrt{n}] \sigma_0$;

$$|14,862 - 14,82| > [2,58 / \sqrt{30}] 0,03; \quad |0,042| > 0,014,$$

таким образом, предположение равенства \bar{x} и μ_0 отклоняется.

2 В одностороннем случае:

– предположение о том, что выборочное среднее не менее чем μ_0 (нулевая гипотеза) отклоняется, если

$$\bar{x} < \mu_0 - [u_{1-\alpha} / \sqrt{n}] \sigma_0; \quad 14,862 < 14,82 - [2,58 / \sqrt{30}] 0,03;$$

14,862 < 14,79, не отклоняется;

– предположение о том, что выборочное среднее не более чем μ_0 (нулевая гипотеза) отклоняется, если

$$\bar{x} < \mu_0 + [u_{1-\alpha} / \sqrt{n}] \sigma_0; \quad 14,862 < 14,82 + [2,58 / \sqrt{30}] 0,03;$$

14,862 > 14,79, отклоняется.

Таким образом, на основании выборки доказано, что математическое ожидание генеральной совокупности контролируемого размера не меньше настроечного размера.

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Технологическая точность деревообрабатывающих станков [Текст] И.Т. Глебов, А.Ю. Вдовин / Екатеринбург, УГЛТУ, 2006. 135 с.

Черемных Н. Н., Загребина Т. В., Арефьева О. Ю., Тимофеева Л. Г.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

О ТРАДИЦИЯХ И ИННОВАЦИЯХ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТА-ЛЕСОТЕХНИКА

ABOUT THE TRADITIONALS AND INNOVATIONS IN GEOMETRY- GRAPHIC EDUCATION OF THE STUDENT WOOD BRANCH

Общеизвестно, что техническое образование, как и образование в целом, составляет основу прогресса человечества – это, прежде всего, история изобретения, создания и совершенствования различных изделий и технологий. Общество весьма сильно зависит от своих ученых и инженеров и в свою очередь оно требует постоянно от них новых творческих идей, так как в развивающемся обществе рождается потребность иметь изделие с более новыми или значительно лучшими параметрами и характеристиками. По этой причине от будущих инженеров лесопромышленного комплекса все более настойчиво требуется активизация их интеллектуального потенциала, проявление всяческой инициативы, предприимчивости (при любой форме собственности), профессиональной компетенции, коммуникабельности, творческого и ответственного отношения к решению производственно-технических проблем. В этой связи проблема повышения качества инженерно-технической подготовки в лесотехническом образовании в целом и геометро-графической, как ее основы в частности, становится особенно актуальной.

Геометро-графической подготовке на инженерных специальностях лесотехнического профиля отводилось и отводится особое место в общей системе профессиональ-

ной подготовки будущих инженерно-технических специалистов отрасли. В начертательной геометрии, черчении, машинной (компьютерной) графике закладываются основы знаний и умений, крайне необходимых для успешного освоения последующих дисциплин механико-технологического профиля. Касаясь роли начертательной геометрии, следует заметить, что это – математическая дисциплина и ее задача заключается не только в обслуживании курса черчения, но и других дисциплин (здесь речь идет о начертательной геометрии (линейной и нелинейной) многомерных пространств с различной структурой и метрикой).

Конструктор, технолог и даже экономист и социолог постоянно решают оптимизационные задачи, как правило, многопараметрические и многофакторные, методами математического программирования, геометрическую основу которых составляют многомерные линейные и нелинейные формы и отношения между ними. Расширяя рамки использования основ начертательной геометрии приведем в качестве примеров анализ пространственно-временных ситуаций при работе двух и более погрузчиков автоматизированного склада продукции, запчастей, товаров. при решении экономических, социологических задач по строению временных рядов, факторный и другие виды анализа базируются на геометрических понятиях; к примеру многомерный факторный анализ представляет собой отображение многомерного аффинного пространства на другое пространство меньшей размерности. У химиков – это построение зависимостей типа «состав-свойство» при получении многокомпонентных химических растворов с заданными свойствами.

Более «приземленные» случаи использования начертательной геометрии в машиностроительном черчении продемонстрируем хотя бы следующими примерами:

- линии перехода литых деталей (основание и крышка корпуса редуктора, корпуса подшипников качения холостых и приводных туеров лесотранспортеров, канатных барабанов грузовых и тяговых лебедок ит.д.) – это линии пересечения поверхностей;
- линии пересечения конуса с призматическим отверстием (пробковый кран);
- ломаный разрез – совмещение секущих плоскостей методом вращения;
- развертки сложных технических форм (пневмопроводы, отсосы-сметки, приемники станков, циклоны и бункеры пневмотранспорта) – методы преобразования чертежа;
- построение линий пересечения двух тел (врезки-соединения труб пневмотранспорта) – методом сфер;
- определение истинного расстояния между шарнирами крепления амортизатора автомобиля, когда он наклонен к двум плоскостям проекций и ни одна из проекций не дает истинного размера – метод прямоугольного треугольника; метод перемены плоскостей проекций; метод плоскопараллельного перемещения; метод вращения вокруг проецирующей прямой или вокруг линий уровня.

Следует заметить, что содержание рассматриваемых нами дисциплин входит в жизненный цикл изделия (ЖЦИ), где первым этапом является маркетинг, а последним – утилизация с учетом экологических требований. До недавнего времени первого и второго в ЖЦИ не было.

В графическом образовании инженера - лесотехника должны «уживаться» устоявшиеся традиции и современные инновации. Интеллект будущего инженера закладывается при изучении графических дисциплин и подготовка к инновационному инже-

нерному труду начинается на 1-3 семестрах в ВУЗе. Достаточно высокий уровень учебного материала, в частности по начертательной геометрии, для всех поколений инженеров являлось характерным для данной дисциплины на первом семестре обучения в техническом ВУЗе. В последние годы это особенно проявилось по причине стремительного падения уровня и качества подготовки учащихся в школе и растущей массовости образования. В лучшем случае первокурсник имел для знакомства с черчением в школе 60 часов (в рамках курса «Технология») или при наличии в школе региональной или школьной компоненты, как правило, когда школа расположена вблизи промышленного производства). Наши опросы показывают, что зачастую это событие присутствовало в 15-17% случаев. Заметим (это мы испытали во время учебы), что необходимость выполнения значительного числа чертежей требует больших временных и даже физических затрат.

Учебники и учебные пособия, по которым мы сами учились, написаны ведущими «начертальщиками» СССР и России и характеризуются оторванностью от дальнейшего образовательного процесса. Их авторы – заслуженные ученые и методисты с высшими учеными степенями и званиями из ведущих ВУЗов авиационного, машиностроительного и архитектурно-строительного профиля. Для большинства ведущих специальностей конструкторско-технологического профиля в этих ВУЗах характерным является тесное взаимодействие со школьными классами вышеозначенного профиля. В нашем случае – Малая лесная академия УГЛТУ – помощник кафедры начертательной геометрии и машиностроительного черчения, но, к сожалению, число выпускников её – наших студентов – весьма мало.

Для подъема мотивационного настроения студентов первокурсников в вопросах оптимизации методики преподавания инженерно-графических дисциплин, в первую очередь, начертательной геометрии, кафедра уделяет особое внимание профессиональной направленности дисциплин. В необходимости этого нас убеждает и многолетняя работа одного из авторов на кафедре «Детали машин» УГЛТУ, в том числе работа с конструктивными частями дипломных проектов студентов-лесоинженеров и дипломников двух специальностей кафедры автоматизации производственных процессов.

Составляющие адаптации кафедр инженерно-графических дисциплин к требованиям потребителей их услуг – последующим кафедрам – все же есть. Начальным этапом мы считаем систематическое отслеживание структуры потребностей в знаниях и навыках, непосредственно используемых в курсовом проектировании привода технологической или транспортирующей машины, механизма грузоподъемной машины (кафедра деталей машин); в малых архитектурных формах из дерева, элементах входных групп зданий (кафедра механической обработки древесины, кафедра древесиноведения и специальной обработки древесины); в развертках бумажной тары и емкостей для технологической щепы; циклонов пневмотранспорта; приемников станков (кафедры технологии ЦБП и станков и инструментов). У лесоинженеров это – в технологических планировках обычных и малых нижних лесопромышленных складов для всех условий примыкания лесовозной дороги (кафедра технологии и оборудования лесопромышленного производства) и т.д. Используем также примеры и материальных объектов, сегодня пока не имеющих отношения к нашей отрасли производства и профессиональной деятельности (ученые-педагоги называют это витагенно-ориентированными задачами). Это связано с тем, что традиционно фундаментальная профессиональная подготовка

инженеров (специалистов), характерная для высшей школы СССР и РФ, означает соединение сквозных системообразующих научных знаний с инженерными знаниями, умениями и навыками.

На основе результатов входных тестов (а они, как правило, плачевны) с начала семестра проводятся групповые и индивидуальные консультации. Средством текущего контроля является тестирование по темам (разделам). Итоговое тестирование (перед экзаменом, зачетом) дает достаточно объективную характеристику готовности студента перед настоящей проверкой знаний.

Повсеместное приложение геометрических знаний в различных сферах инженерной деятельности вряд ли кто сегодня будет оспаривать. Формирование основных компетенций должно отвечать требованиям производственно-технологической и проектно-конструкторской деятельности инженера-лесотехника. Сегодня потенциально-приоритетными в графической подготовки специалиста являются те компетенции, которые связаны с машинной (компьютерной) графикой, умением работать в графических редакторах, разрабатывать графические программы или программы с графическим интерфейсом. Однако при этом нельзя забывать, что для работы с графической документацией, чертежами, схемами, диаграммами и т. д. необходимы знания о методах построения изображения, алгоритмах обработки графической информации, технологии визуализации данных. А это требует владения базовыми понятиями фундаментальных дисциплин – начертательной геометрии и инженерной графики.

Таким образом, сочетание традиций и инноваций в геометро-графической подготовке инженера, при отсутствии возведения в абсолют компьютера (который является всего лишь инструментом), позволяет понизить уровень абстрактности учебного материала по указанным дисциплинам, столь характерной для студентов младших курсов.

Чернышев О.Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

НОВЫЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

NEW LEVEL OF TECHNICS WOODWORKING MANUFACTURES IN EDUCATIONAL PROCESS

В настоящее время многие деревообрабатывающие предприятия оснащаются современными станками, линиями и обрабатывающими центрами. Причем их появление не носит уже характер исключительности, а является обычным способом повышения эффективности производства.

Это относится и к лесопилению, и к производству плитных, листовых материалов, производству мебели, столярно-строительных изделий и многих других. Примеры дают четкое представление о том, как изменилась деревообработка, насколько вырос уровень автоматизации и компьютеризации используемого в ней оборудования.

Естественно, возникает необходимость подготовки кадров, знающих конструкцию и возможности современного оборудования. От молодого специалиста требуется

знание современной техники и технологии, умение грамотно и правильно эксплуатировать дорогостоящее оборудование.

Для того, чтобы в современных условиях не допустить снижения уровня подготовки специалистов, кафедра механической обработки древесины изыскала пути по совершенствованию учебного процесса и приближению его к запросам промышленности, организовав лабораторию современного деревообрабатывающего оборудования.

Переговоры об организации велись длительное время и со многими зарубежными фирмами.

Наконец, была достигнута договоренность с итальянской фирмой SCM GROUP, оборудование которой хорошо известно на Российском рынке, и их представителями в Уральском регионе ООО «Проектсервис». Эти фирмы взяли на себя основные расходы по организации учебного центра при УГЛТУ.

SCM GROUP оснастила лабораторию сверлильно-фрезерным центром Tech 80 Plus, четырехсторонним станком Compact XL, шлифовально-калибровальным станком Sandya 5, кромкооблицовочным станком Л 203 Е, круглопильным SI 350 N, сверлильно-присадочным Startech 23, фрезерным Formula T1, копировально-фрезерным станком Router 800. ООО «Проектсервис» поставляли систему подготовки сжатого воздуха, стружкоотсосы УВП 7000, УВП 3000, УВП ПР, систему воздухоотводов, инструмент и др.

Весь комплекс деревообрабатывающих станков по своему составу и техническому оснащению отражает основную потребность отечественных мебельных предприятий. Их наладка и настройка с одной стороны требует инженерные знания, а с другой – настолько просты, что доступны и студентам, не имеющим еще достаточного практического опыта. Такое сочетание позволяет организовать постепенное практическое обучение будущих работников промышленности.

СОДЕРЖАНИЕ

К участникам симпозиума	3
-------------------------------	---

Проблемы менеджмента деревообрабатывающих предприятий и взаимоотношений предпринимателей с властью

Бирюков П.А., Сысоева С. А., Ефремова Н.В. Организация малых предприятий в лесопилении	4
Бирюков П.А., Сысоева С.А., Пундолов В. Г. Оценка условий эффективной организации малого предпринимательства при производстве мебели	8
Кузьмина М.В. Особенности развития мебельного бизнеса в уральском регионе	12
Щелоков Я.М., Мехренцев А.В. Энергетический менеджмент, как инструмент повышения эффективности лесопромышленного производства	15
Воронов М.П., Часовских В.П. Исследование структурных элементов СУБД ADABAS при построении КИС в деревообработке	23
Воронов М.П., Кох Е.В. Исследование методов доступа к данным СУБД ADABAS при построении КИС в деревообработке	25
Семенюк М.Е. Использование информационных систем при первичном учете лесопродукции на лесозаготовительных предприятиях	28

Новые технологические решения в лесозаготовках, деревообработке и отделке

Арико С.Е. Технологии разработки лесосеки с применением системы машин в составе харвестера и форвардера на рубках ухода	33
Газеев М.В., Тихонова Е.В. Эффективность применения аэроионификации для интенсификации отверждения лакокрасочных покрытий, образованных алкидными лаками на древесине	37
Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е. Модели влагопереноса в коллоидной капиллярно-пористой структуре древесины	41
Добрынина С.В., Пономарев О.С., Палтусова Е.А., Климов Л.А., Гиндулин И.К., Юрьев Ю.Л. Древесный уголь из осиновой древесины	46
Зимаков С.Л., Незнанов С.А. Парадоксы защиты древесины	49
Зимаков С.Л., Незнанов С.А. Прорыв в защите древесины	53
Игнатович Л.В., Шишов А.В., Осоко С.А. Применение математического моделирования для прогнозирования сложных рисунков на поверхности клееных из шпона декоративных элементов мебели и столярно-строительных изделий..	55
Исаев С.П. Структура баланса объемов древесного сырья при его подготовке перед обработкой	59
Леонов Е.А., Федоренчик А.С. Оптимизация вместимости склада межсезонного хранения древесного топлива.....	62
Ловыгина Д.О., Макарова К.Ю., Дроздова Н.А., Панова Т.М., Юрь-	

ев Ю.Л. Подготовка воды для пивоварения с помощью модифицированных древесных углей	66
Мелешко А.В., Логинова Г.А., Романова С.С., Манулик Г.О. Применение электровлажомера Igbng для контроля процессов взаимодействия водных отделочных материалов с древесиной хвойных пород	71
Новосёлов А.В. Расчет оптимальных размеров пиломатериалов, получаемых при раскросе бревен эллиптического сечения в пифагорической зоне бревна	74
Пардаев А.С. Моделирование физико-механических свойств древесины при конечно-элементном анализе столярных изделий	77
Петелина О.А., Аристархов Е.Н. Энергосберегающая технология производства древесного угля	84
Полякова Т.В., Новоселов В.Г. Техника и методика экспериментального исследования точности обработки деревянных изделий	86
Рогожникова И.Т., Новоселов В.Г. Метод профилометрирования для экспериментального исследования надежности технологической системы деревообработки по параметрам шероховатости поверхности	90
Савина В.В., Пыльцова А.Г. Исследование влияния степени уплотнения древесины на расход клея	95
Синегубова Е.С., Григоров И.Г. Оценка разрешающей способности сканирующего зондового микроскопа СММ2000А	98
Уласовец В.Г. Основные положения нормирования расхода древесного сырья (лесоматериалов) на производство ящичной тары	103
Уласовец В.Г. Расход круглых лесоматериалов на производство тары	107
Уласовец В.Г. Расход пиломатериалов на производство тары	114
Уласовец В.Г. Теоретические задачи распиловки бревен на пиломатериалы ...	128
Уласовец В.Г. Увеличение выхода пиломатериалов при распиловке бревен параллельно образующей	132
Федоренчик А.С., Протас П.А. Комплексное использование отходов лесозаготовительного производства в Республике Беларусь	136
Швец А. В. Лесозаготовкам нужны новые технологии	140

Деревообработка в индустриальном и малоэтажном домостроении

Говоров Г.Г., Ветошкин Ю.И., Корюкова Ю.А. К вопросу об утилизации мелких древесных отходов	148
Рапинчук Д.Л., Шетько С.В., Янушкевич А.А. Направления рациональной переработки древесины в производстве клееных брусьев	153
Розанов В.В., Ермаков Е.С. Программный комплекс КЗ-Коттедж: автоматизированное проектирование, подготовка производства и строительства деревянных домов. Решения для производственных предприятий, архитектурных бюро и учебных заведений	156
Уэйн Стивенс Предлагаемые стратегии развития малоэтажного жилищного строительства в Российской Федерации	161

Прогрессивное деревообрабатывающее оборудование и инструмент

Глебов И.Т. Выборка гнезд под шипы методом пазового фрезерования	165
Глебов И.Т. Затупление режущих кромок лезвий дереворежущего инструмента	169
Глебов И.Т. Метод расчета режимов обработки древесины резанием	173
Глебов И.Т. Особенности стружкообразования при фрезеровании и пилении древесины	178
Дунаев А.А., Исаков С.Н., Куцубина Н.В. Диагностическая паспортизация технологического оборудования	185
Кузнецов А.И., Шевченко А.И., Зелепукин Д.А. Исследование декремента затухания колебаний круглых пил	189
Куцубина Н.В., Королев А.В., Крючков Н.А. О возможности применения демпферов жидкостного трения для уменьшения вибрации валов, устанавливаемых на рычагах	199
Пашков В.К., Шишкин Д.Д. Методы и средства экспериментальной оценки виброактивности гибких вращающихся дисков	204
Пищов С.Н., Гороновский А.Р. Повышение тягово-сцепных свойств форвардеров бкб с комбинированным типом движителя	209
Раевская Л.Т. Гармонический анализ поршня пневмомотора	213
Сулинов В.И., Щепочкин С.В., Гороховский А.К. Расчет и проектирование аспирационных установок автономного типа	215
Уласовец В.Г. Оборудование для распиловки бревен на малых предприятиях..	221
Уласовец В.Г., Чудинов А.Е. Станки фирмы "Гравитон" в технологических потоках распиловки бревен	224

Проблемы безопасности и экологии в деревообработке

Гамрекели М.Н. Проблемные направления рационального использования отходов лесозаготовок и лесопиления	227
Глебов И.Т., Кузнецов А.И., Щепочкин С.В. Аспирационная система деревообрабатывающего цеха	228
Москвин К.С. Анализ состояния проблемы шума круглопильных станков	232
Тракало С.Ю. Проблема шума станков строгальной группы	235
Чумарный Г. В. Оценка травматизма и заболеваемости в математическом моделировании при обеспечении безопасности труда на деревообрабатывающем предприятии	237

Проблемы профессионального образования и инжиниринга в деревообработке

Антропова Н.К. К вопросу о методологии преподавания философии на факультете механической технологии древесины	241
Глебов И.Т., Кузнецов А.И. Исследование состояния точности деревообраба-	

тывающих станков в учебном процессе	244
Черемных Н. Н., Загребина Т. В., Арефьева О. Ю., Тимофеева Л. Г. О традициях и инновациях геометро-графического образования студента-лесотехника	249
Чернышев О.Н. Новый уровень техники деревообрабатывающего производства в учебный процесс	252
Содержание	254

THE MAINTENANCE

To participants of a symposium 3

Problems of woodworking enterprises management and mutual relations of businessmen with authority

Birjukov P.A., Sysoyeva S.A., Efremova N.V. Organization of small lumbermill enterprises 4

Birjukov P.A., Sysoyeva S.A., Pundolov V.G. Estimation of the effective organization conditions of small business by manufacture of furniture 8

Kuzmina M.V. Features of development of furniture business in Urals region 12

Shchelokov J.A.M., Mehrentsev A.V. Power management, as the tool of efficiency increase of timber industry manufacture..... 15

Voronov M.P., Kox E.V. DBMS ADABAS structure elements research 23

Voronov M.P., Chasovskykh V.P. DBMS ADABAS access methods research 25

Semenyuk M.E. Use of information systems at primary account of wood on timber enterprises 28

New technological decisions in timber cuttings, woodworking and furnish

Ariko S. E. Technologies of development woodcutting area with application of machines system in structure harvester and forwarder on cabins of leaving 33

Gazeev M.V., Tihonova E.V. The efficacy of use the air ionization for intensification of drying paint coating based on alkyds lacquers on wood 37

Gorohovskij A.G., Shishkina E.E. The models of transfer a moisture in colloid capillary-porous structure of wood 41

Dobrynina S.V., Ponomarev O. S, Paltusova E.A., Klimov L.A., Gindulin I.K., Jurev J.L. Charcoal from aspen wood 46

Zimakov S.L., Neznanov S.A. Paradoxes of wood protection 49

Zimakov S.L., Neznanov S.A. Break in wood protection 53

Ignatovich J.B., Shishov A.V., Osoko S.A. Application of mathematical modeling for forecasting of difficult drawings for surfaces agglutinate from veneer sheets of furniture decorative elements and joiner's building products 55

Isaev S. P. Structure of volumes balance of wood raw materials by its preparation before processing 59

Leonov E.A., Fedorenchik A.S. The capacity optimization of a wood fuel interseasonal store 62

Lovygina D.O., Makarova K.J., Drozdova N.A., Panova T.M., Jurev J.L. The modified charcoal using by brewing - water treatment 66

Meleshko A.B., Loginov G. A, Romanova S.S., Manulik G.O. Application of electrohydrometer Ig6ng for control process of water finishing materials interaction with wood of coniferous 71

Novoselov A.V. Calculation of the saw-timbers optimum sizes received at cutting of section in the log pythagorean zone logs elliptic	74
Pardaev A.S. Modelling of wood physico-mechanical properties at the is final-element analysis of joiner's products	77
Petelina O. A, Aristarchov E.N. The energy-saving technology of charcoal production	84
Poljakova T.V., Novoselov V.G. The technics and the methods of the experimental research of wooden products accuracy processing	86
Rogozhnikova I.T., Novoselov V.G. Method of profile-measurement for the experimental research of woodworking technology systems reliability on the quality index "the surface roughness"	90
Savina V.V., Pyltsova A.G. The research of wood consolidation degree influence on the glue expense	95
Sinegubova E.S., Grigorov I.G. Estimation of the scanning probe microscopy CMM2000A instrumental resolution	98
Ulasovets V.G. Substantive provisions of rationing of the expense of wood raw materials (forest products) on manufacture of box container	103
Ulasovets V.G. The expense of round forest products on container manufacture	107
Ulasovets V.G. The expense of saw-timbers on container manufacture	114
Ulasovets V.G. Theoretical problems of sawing up of logs on saw-timbers	128
Ulasovets V.G. Increase in an output of saw-timbers at sawing up of logs in parallel forming	132
Fedorenchik A.S., Protas P. A. Complex utilization of logging waste products manufacture in the Republic of Belarus	136
Shvets A.V. New technologies are necessary to timber cuttings	140

Woodworking in industrial and few-storeyed housing construction

Govorov G.G., Vetoshkin J.I., Korjukova J.A. To the question on recycling fine wood waste	148
Rapinchuk D.L., Shetko S.V., Janushkevich A.A. Directions of rational processing of wood in manufacture of glued bars	153
Rozanov V.V., Ermakov E.S. CAD K3-Cottage Computer-aided design, pre-production and building of timbered houses. Developing decisions for plants, architectural departments and institutes	156
Waine_Stevens Offered strategy of development of low housing construction in the Russian Federation	161

The progressive woodworking equipment and the tool

Glebov I.T. Working of mortise hole the grooving milling method	165
Glebov I.T. Bluntness cutter plate of wood cutting tool	169
Glebov I.T. Method of process conditions calculation of cutting wood	173
Glebov I.T. Features chip forming at milling and sawing wood	178
Dunaev A.A., Isakov S.N., Kutsubina N.V. The diagnostic passporting of the	

technological equipment	185
Kuznetsov A.I., Shevchenko A.I., Zelepukin D.A. Research logarithmic decrement of oscillation of circular saw	189
Kutsubina N.V., Korolev A.V, Krjuchkov N.A. About possibility of application dempfers of the liquid friction for reduction of vibration of the shaft established on levers	199
Pashkov V.K., Shishkin D.D. Methods and means of experimental estimation vibration activity of flexible rotating disks	204
Pishchov S.N., Goronovsky A.R. Increase of roadhold forwarders 6 wd with the combined type mover	209
Raevskaja L.T. Harmonic analysis of the pneumotor piston	213
Sulinov V.I., Shchepochkin S.V., Gorohovskij A.K. Calculation and designing of the aspiration installations of independent type	215
Ulasovets V.G. The equipment for sawing up of logs on small enterprises	221
Ulasovets V.G. Chudinov A.E. Machine tools of firm "GRAVITON" in technological streams of sawing up of logs	224

Problems of safety and ecology in woodworking

Gamrekeli M. N. Problem direcnions of timber cutting and industry wastes rational utilization	227
Glebov I.T., Kuznetsov A.I., Shchepochkin S.V. The aspiration system of wood-working shop	228
Moskvin K.S. The analysis of the problem condition of radial saw machine noise ...	232
Trakalo S. JU. The problem of planer machine noise	235
Chumarnyj G.V. The estimation of traumatism and morbidity in a mathematical modeling by safety of labour providing on a woodworking enterprise	237

Problems of vocational training and engineering in woodworking

Antropova N.K. To the question on methodology of philosophy teaching at faculty MTD	241
Glebov I.T., Kuznetsov A.I. The research of the accuracy condition woodworking machine in educational process	244
Cheremnykh N. N, Zagrebina T. V, Arefyeva O. JU, Timofeeva L. G. About the traditionals and innovators in geometry-graphic education of the student wood branch	249
Chernyshev O. N. New level of technics woodworking manufactures in educational process	252
The maintenance	258

ДЕРЕВООБРАБОТКА:

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА

ТРУДЫ III МЕЖДУНАРОДНОГО ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА

Под научной ред. В.Г. Новоселова

Размножено с готового оригинал-макета ООО «Портофортуна»:
г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 7. 80 экз.