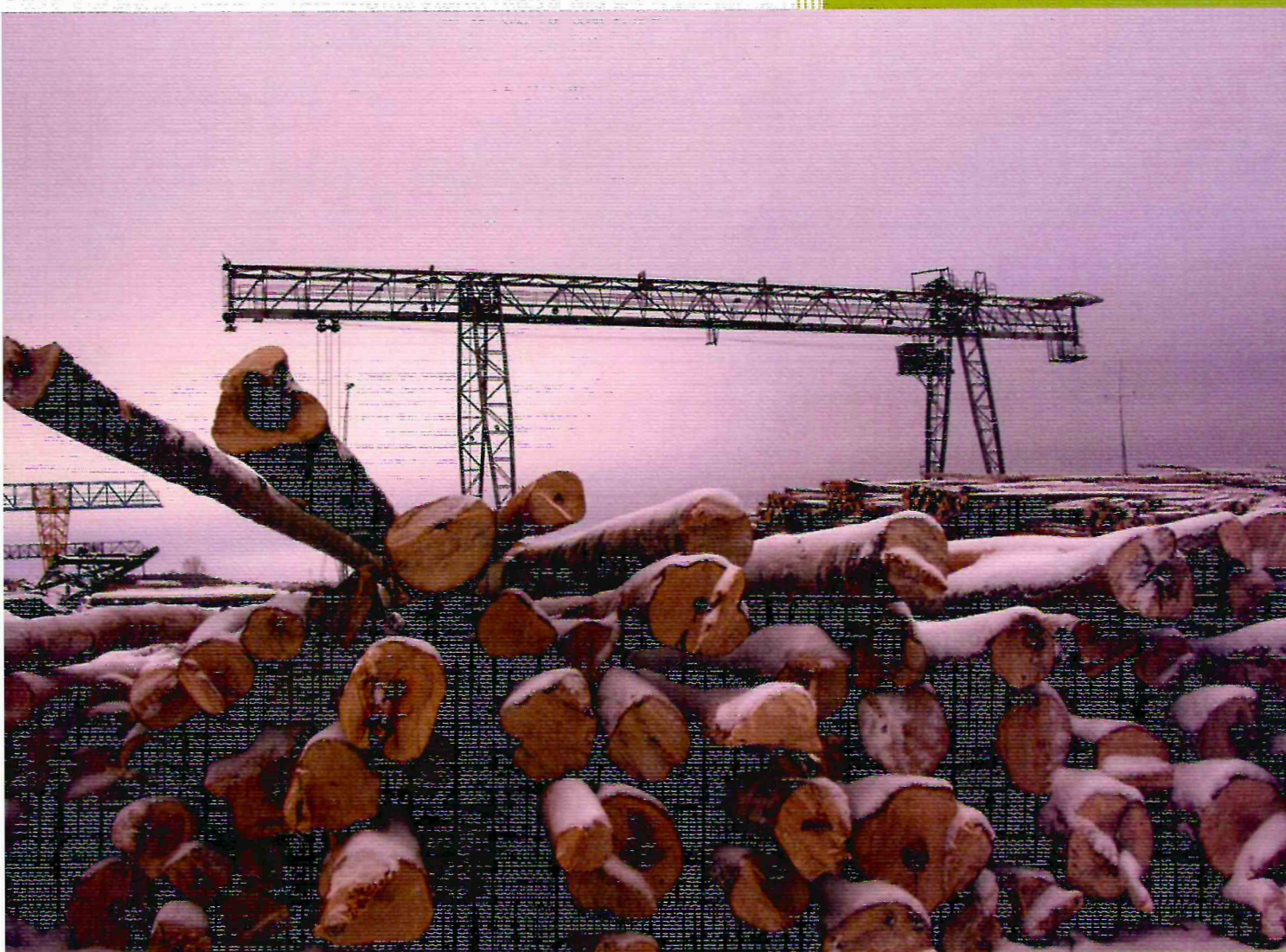


47



4 (47)
2013

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ



ISSN 2218-7545

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет»
Ботанический сад УрО РАН

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Журнал

4 (47) 2013

Научная библиотека
УГЛТУ
г. Екатеринбург

УГЛТУ
Абонемент научной литературы

УДК 630(470)
ББК 43(2Р)
Л 50

Л 50 Леса России и хозяйство в них: жур. Вып. 4(47) / Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2013. – 98 с.

ISBN 978-5-94984-464-9

Журнал научных трудов «Леса России и хозяйство в них» основан в 2008 г., свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-31334 от 5 марта 2008 г. Периодичность издания – 4 выпуска в год. Начиная с № 1/1968 г. по № 29/2007 г. журнал выходил под заглавием «Леса Урала и хозяйство в них». С 2012 г. журнал включён в систему **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)**, заключен договор с **Научной электронной библиотекой (eLIBRARY)**. Электронная версия журнала «Леса России и хозяйство в них» размещается на сайте **Российской универсальной научной электронной библиотеки** (<http://elibrary.ru>).

Материалы для публикации подаются шеф-редактору журнала Гущину Анатолию Ивановичу (контактный телефон +7(343)262-96-10). e-mail: rio@usfeu.ru

Почтовый адрес: Российская Федерация, 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, Уральский государственный лесотехнический университет.

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

№ 4 (47), 2013 г.

Редакционный совет:

А.В. Мехренцев – председатель редакционного совета, главный редактор
Н.А. Луганский – зам. гл. редактора
С.В. Залесов – зам. гл. редактора

Редколлегия:

В.А. Азаренок, В.А. Усольцев, Э.Ф. Герц,
 А.А. Санников, Ю.Д. Силуков, В.П. Часовских,
 А.Ф. Хайретдинов, Б.Е. Чижов, В.Г. Бурындин,
 Н.А. Кряжевских – ученый секретарь

Редакция журнала:

А.С. Оплетаев – заведующий редакционно-издательским отделом
А.И. Гуцин – шеф-редактор
Е.Л. Михайлова – редактор
Т.В. Упорова – компьютерная верстка

Фото на обложке **А.И. Гуцина**

Уважаемые читатели!

В ваших руках специальный выпуск журнала «Леса России и хозяйство в них», посвященный VIII МЕЖДУНАРОДНОМУ ЕВРАЗИЙСКОМУ СИМПОЗИУМУ «ДЕРЕВООБРАБОТКА: ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА».

Он прошел в Екатеринбурге в мае 2013 г. в рамках VI Евро-Азиатского лесопромышленного форума. В его работе приняли участие представители восьми стран. Это бизнесмены, руководители министерств и ведомств, ученые, студенты.

На форуме состоялись диспуты, «круглые столы», обмен опытом на самые разные темы. Выступающих волновали проблемы развития лесной отрасли, несовершенство законодательной базы, вопросы внедрения новых зарубежных технологий, экспорта лесной продукции и импорта техники.

На секциях, а их действовало несколько, прошло обсуждение более локальных задач, приближенных к производству. А именно: новых технологических решений в заготовке, переработке и отделке древесины; деревообработки в малоэтажном и индустриальном домостроении; прогрессивного деревообрабатывающего оборудования и инструмента; проблем безопасности и экологии в переработке древесины; проблем профессионального образования и инжиниринга в деревообработке.

Не были обойдены вниманием даже такие вопросы, как заготовка, раскряжевка, сортировка, складирование, окорка и защита древесного сырья; лесопиление, сортировка, сушка и защита пиломатериалов, комплексное использование лиственной и низкосортной древесины и утилизация отходов; производство столярно-строительных изделий: оконные, дверные блоки, детали профильные, паркет; мебельное производство, материалы и аксессуары; клеи, лаки, краски; производство и транспортировка технологической щепы, химическая переработка растительного сырья; производство плитных материалов: ДСтП, фанеры, ДВП, МДФ, древесных пластиков и композитов; современное деревянное домостроение: проектирование и технологии; производство ТНП из древесины: лыж, спичек, карандашей, музыкальных инструментов, игрушек, хозяйинвентаря, изделий народных промыслов.

Все эти темы нашли отражение в статьях ученых и специалистов.

Оргкомитет симпозиума рекомендовал по его итогам опубликовать лучшие работы ученых в журнале УГЛТУ «Леса России и хозяйство в них», включенном в Российский индекс научного цитирования.

В ваших руках – спецвыпуск журнала. Для удобства все статьи, вернее, фамилии их авторов, размещены в алфавитном порядке.

Подписано в печать 26.12.13. Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.
 Уч.-изд. л. 11,6. Усл. печ. л. 11,62. Тираж 100 экз. Заказ № 5149

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»
 620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
 тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Отпечатано с готового оригинал-макета
 Типография ООО ИЗДАТЕЛЬСТВО «УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
 620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2

Содержание

А.Р. Абдулов, В.Г. Новоселов Повышение износостойкости стальных ножей сборных фрез методом борирования в порошках	6
Т.С. Агеева (Т.С. Царева), Ю.Б. Левинский Анизотропность трехкомпонентного клееного слоистого композита	9
Н.А. Алешикина, Т.М. Алиева, И.А. Иматова Экономическое состояние и перспективы развития лесохозяйственных предприятий ...	12
А.Ф. Аникеенко, А.А. Гришкевич, А.П. Фридрих Практическое использование результатов экспериментальных исследований в решении производственных задач для механической обработки кромок древесностружечных плит методом цилиндрического фрезерования	15
В.М. Балакин, А.А. Галлямов, Д.Ш. Гарифуллин Фосфорсодержащие огнезащитные составы для древесины на основе продуктов аминолита полиуретанов	19
С.И. Басманов, С.В. Белан, Н.К. Прядилина, Н.А. Шпак Лесопромышленный комплекс в условиях ВТО: анализ рисков и направлений развития	21
А. В. Белый, А. А. Гришкевич, В. В. Раповец, В. В. Чаевский, В. В. Углов, А. К. Кулешов Эффективность применения ZrN-покрытий на стальных ножах при резании древесины на фрезерно-брусующих станках	25
П.А. Бирюков Генезис и прогноз динамики несанкционированных рубок леса	29
О.В. Велиева, Ю.А. Капустина, Ю.Н. Ростовская Малые инновационные предприятия в лесном комплексе: становление, реализация, перспективы	32
М.В. Газеев, И.В. Жданова Исследование химического состава лакокрасочного покрытия, образованного ВД-АК ЛКМ на древесине под влиянием ионизированного воздуха	36
В.В. Глебов, И.Т. Глебов Обработка кромок фанеры резанием	39
А.Ю. Завьялов, В.Н. Старжинский Ультразвуковое излучение при работе деревообрабатывающего оборудования	43
И.С. Зиновьева Потенциал лесных ресурсов Воронежской области и его использование	46
И.А. Иматова, А.О. Зюзев, А.Л. Rogozin Экономические аспекты охраны лесов от пожаров в Свердловской области	50
И.А. Иматова, В.В. Мезенова К вопросу об эффективности финансирования лесного хозяйства Свердловской области	53

Содержание

Н.А. Кошелева, Д.В. Шейкман Улучшение свойств древесины лиственных пород с целью расширения области ее применения	56
А.В. Кошкин, Д.С. Стрижаков Сравнительный анализ производственных показателей традиционных сушильных камер и камер, использующих «мягкий ускоренный режим», основанный на эффекте воздействия слабых низкочастотных электромагнитных полей	59
М.В. Кузьмина, С.А. Булах Избирательность и предпочтения малого лесного предпринимательства	63
Ю.Б. Левинский, А.А. Ушницкий, М.Ф. Лавров Выбор рационального типа теплоизоляции для энергоэффективного каркасного дома ...	66
О. К. Леонович, С. П. Судникович Проблемы применения клееной многослойной древесины (КМД) при строительстве домов каркасного типа	70
В.Т. Лукаш, С.А. Гриневич, А.А. Гришкевич Удельная работа резания при раскрое ламинированных древесностружечных плит (ЛДССтП) дисковыми пилами	74
Е.А. Пихтовникова, Е.Е. Шишкина Особенности сушки пиломатериалов твердолиственных пород	78
А.С. Попов, С.В. Залесов, С.Н. Гаврилов Изучение особенностей подпологового лесовозобновления сосняков зеленомошно-лишайниковой группы типов леса на территории Красноселькупского лесничества как один из путей оптимизации ведения лесного хозяйства ЯНАО	80
Л.Т. Раевская Расчет кинетической энергии специального гусеничного движителя	85
Н.Н. Черемных, О.Ю. Арефьева О роли графической составляющей при оценке качества инженерного лесотехнического образования	88
С.С. Штукин, А.С. Клыш Плантационный способ выращивания высокопродуктивных древостоев – оценка хода производственного эксперимента	90
И.В. Яцун, Ю.И. Ветошкин Получение листового проката из легкоплавкого сплава Вуда для армирования рентгенозащитного материала на основе древесины	94
Павел Мауэр «Лес Масарика». Учебному лесному предприятию при сельскохозяйственном и лесотехническом университете им. Менделя в г. Брно — 90 лет	96

УДК 674.055:621.9

*А.Р. Абдулов, В.Г. Новоселов
(A.R. Abdulov, V.G. Novoselov)
УГЛТУ, Екатеринбург*

**ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ НОЖЕЙ СБОРНЫХ ФРЕЗ
МЕТОДОМ БОРИРОВАНИЯ В ПОРОШКАХ
(INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF STEEL KNIFES COMBINED MILLS
THE BORATING METHOD IN POWDERS)**

Химико-термическая обработка стальных ножей методом диффузионного борирования повышает их износостойкость в 2,4–2,5 раза.

Chemical heat treatment of steel knives by a method of diffusive borating increases their wear resistance in 2,4–2,5 times.

В процессе взаимодействия режущего инструмента и древесины, инструмент под действием сил трения подвергается изнашиванию, что, в свою очередь, влияет на качество обработки: точность и шероховатость поверхности.

В настоящее время основным способом повышения стойкости дереворежущего инструмента является использование материалов, имеющих высокие механические характеристики. К таким способам можно отнести применение быстрорежущих сталей, например P6M5, HSS, или неперетачиваемых пластин из твердого сплава, электроискровое упрочнение и др. Эти способы имеют наряду с положительным эффектом ряд недостатков: дороговизна используемых материалов, технологическая сложность производства, применение специализированного оборудования для упрочнения материалов, использование дорогостоящих шлифовальных кругов для заточки данного инструмента.

Одной из альтернатив данным способам является упрочнение методами, формирующими на поверхности инструмента слой материала, насыщенного элементами, повышающими его износостойкость. Такие слои можно формировать различными методами, например имплантацией азота с помощью пучков ионов высокой энергии.

Нами были проведены испытания партии ножевого инструмента из стали DS (аналог стали 8Х6НФТ), подвергнутого ионно-лучевой обработке [1]. Результаты испытаний показали, что инструмент, упрочненный данным методом, имеет в 2 раза более высокую износостойкость, чем инструмент, не подвергнутый ионно-лучевой обработке. Недостатком данного метода является необходимость использования дорогостоящего сложного электронного оборудования, что делает невозможным использование данного способа упрочнения в условиях деревообрабатывающего предприятия.

Другим способом создания упрочненного поверхностного слоя материалов является химико-термическая обработка (ХТО). К ней относятся цианирование, хромирование, сульфидирование, борирование, цементирование и др. Нами было проведено сравнение данных методов и сделаны выводы, что наиболее предпочтительным является метод борирования в твердой среде (борирование в порошках) [2].

Нами была принята следующая технология упрочнения партии ножей для сборных цилиндрических фрез из стали DS методом борирования в порошках. В качестве насыщающей смеси была выбрана смесь, состоящая из следующих компонентов: Al_2O_3 (36%) + $C_7H_6O_3$ (4%) + B_4C (60%). В контейнер из жаростойкой стали с герметизирующим затвором засыпался слой строганого парафина ($C_7H_6O_3$), на него слоями толщиной 12 мм насыпался борсодержащий порошок (B_4C) и укладывались рядами упрочняемые ножи. Верхний ряд засыпался борсодержащим порошком толщиной 12 мм. Сверху укладывался асбестовый лист и насыпался речной песок слоем 10 мм. Контейнер закрывался крышкой, а затвор заполнялся измельченным стеклом для создания герметичности. Контейнер помещался в муфельную печь, разогретую до температуры 950 °С. Время выдержки контейнера составляло 3,5 ч. По истечении времени выдержки контейнер извлекался из печи и охлаждался на воздухе. С целью устранения припекания смеси к поверхности ножей их извлекали из контейнера при температуре порядка 80 °С. После такой ХТО глубина боридного слоя составляла 52 мкм, твердость полученного слоя HV808.

Износостойкость упрочненных ножей исследовалась в условиях деревообрабатывающего предприятия ООО «НИК» г. Сысерть на четырехстороннем продольно-фрезерном станке Weinig Unimat. Ножи, подвергнутые ХТО борированием (опытные), и ножи, не подвергавшиеся ХТО (контрольные), устанавли-

вались на фрезях, срезающих слой древесины одинаковой и постоянной толщины, что обеспечивало идентичность условий их работы. Порода древесины обрабатываемых заготовок – сосна, влажность обрабатываемой древесины $W = 6-12\%$, скорость подачи – 12 м/мин. Значения прочих постоянных факторов проведения эксперимента приведены в табл. 1.

Износ ножей оценивался по радиусу закругления режущей кромки ρ . Для его определения применялся метод слепков [3]. С каждого ножа на каждой ножевой головке производилось по одному слепку. Для получения данных об изменении радиуса округления режущей кромки слепки производились с периодичностью 15 мин.

Полученные слепки с помощью металлографического микроскопа «МЕТАМ ЛВ-44» при увеличении $\times 100$ фотографировались цифровым фотоаппаратом «Canon PC1250». Затем полученные снимки обрабатывались на компьютере при помощи программы

AutoCAD. Результаты обработки усреднялись по значениям ρ (мкм) отдельно для опытных и контрольных ножей каждой ножевой головки. Классически интенсивность изнашивания γ_A принято определять в зависимости от пути, пройденного резцом в заготовке [4]. На основании полученных данных на рис. 1 с помощью прикладного пакета Excel построены графики изменения радиуса закругления режущей кромки в зависимости от пути, пройденного резцом в заготовке.

Как видно, интенсивность изнашивания опытного образца составила 0,0005 мкм/м, в то время как контрольного 0,0012 мкм/м. Величина износостойкости j , обратная интенсивности изнашивания γ_A , составила соответственно 2000 м/мкм и 833 м/мкм.

В ряде случаев, например при неизвестной или переменной толщине срезаемого слоя (припуска), для оценки износостойкости инструмента применяют показатель скорости изнашивания V как прира-

Таблица 1

Значения постоянных факторов

Образец	Наличие упрочняющего слоя	Твердость HV/HRC	Диаметр окружности резания, мм	Путь резания при обработке одной доски, м	Припуск на обработку, мм	Подача на зуб, мм	Частота вращения ножевой головки, мин ⁻¹
Контрольный	нет	671/57	136	19,99	1	0,58	6000
Опытный	да	808/61	136	19,99	1	0,58	6000

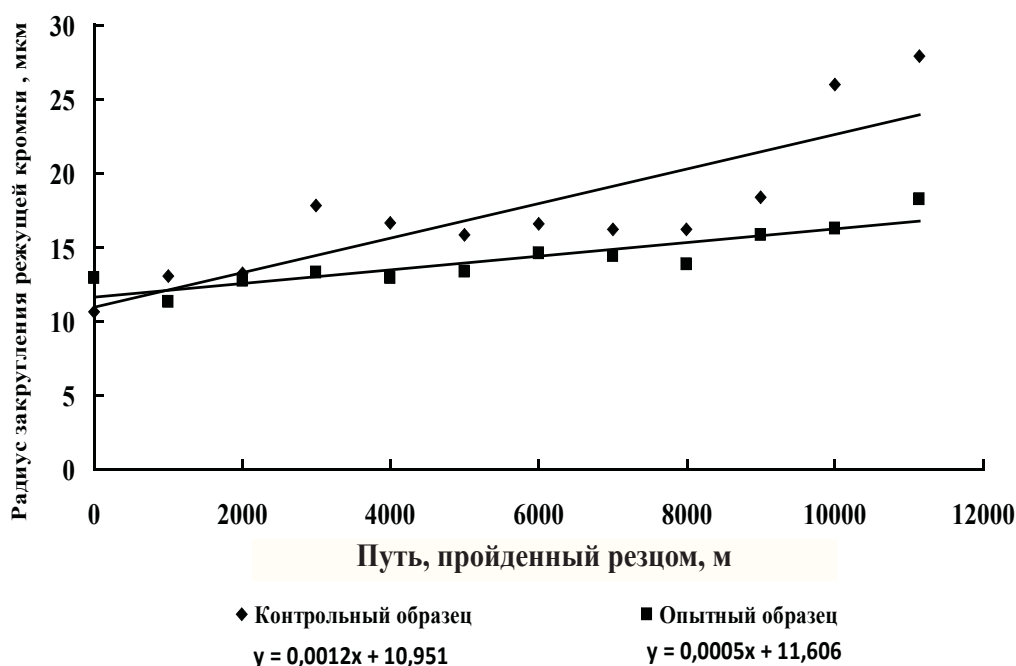


Рис. 1. Зависимость радиуса округления режущей кромки лезвия от пути, пройденного резцом в заготовке

щение радиуса округления режущей кромки лезвия за определенный интервал времени к величине этого интервала.

Графические зависимости радиуса округления режущей кромки лезвия от времени работы резца, полученные в процессе обработки заготовок, представлены на рис. 2.

Как видно, скорость изнашивания у опытного образца составила 0,0556 мкм/мин, а у контрольного образца – 0,1397 мкм/мин. Величина износостойкости i , обратная скорости изнашивания V , составила соответственно 17,99 мин/мкм и 7,16 мин/мкм. Сравнительные характеристики изнашивания опытных и контрольных образцов приведены в табл. 2.

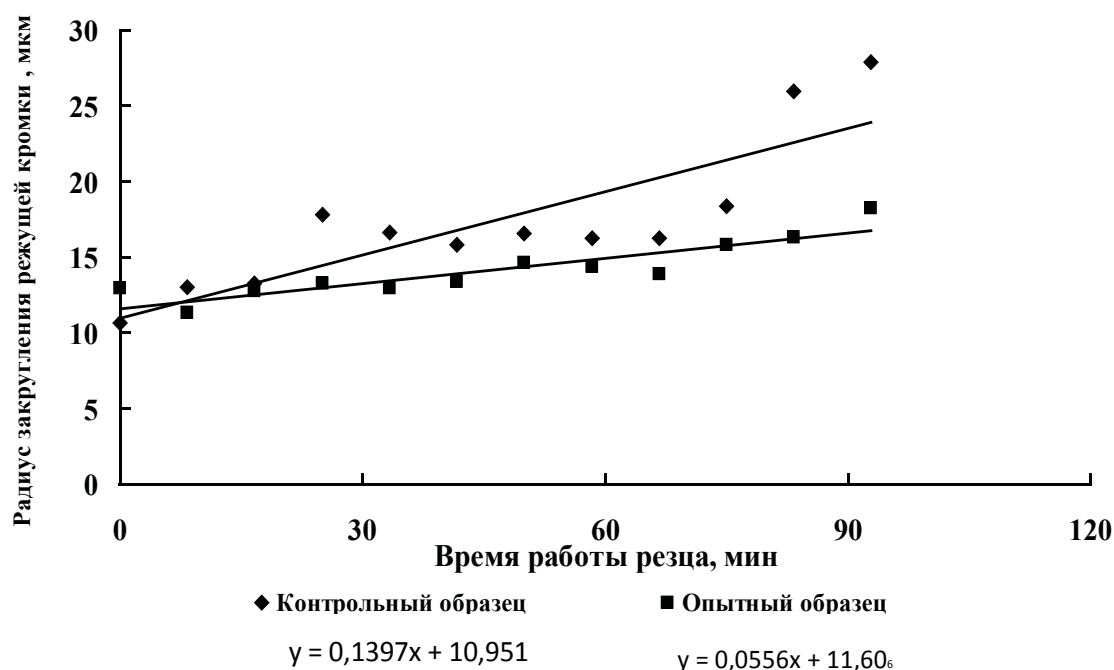


Рис. 2. Зависимость радиуса округления режущей кромки лезвия от времени работы

Таблица 2

Сравнительные характеристики изнашивания

Образец	Интенсивность изнашивания γ_A , мкм/м	Износостойкость j , м/мкм	Скорость изнашивания V , мкм/мин	Износостойкость i , мин/мкм
Контрольный	0,0012	833	0,1397	7,16
Опытный	0,0005	2000	0,0556	17,99

Выводы

На основании полученных данных установлено, что износостойкость ножей, подвергнутых борированию в порошках, оцененная по обоим вариантам (интенсивности γ_A и скорости V изнашивания), оказалась в 2,4–2,5 раза выше, чем у контрольных ножей (необработанных). Данный способ ввиду его доступности по стоимости и по возможности технологической реализации можно рекомендовать для практического использования непосредственно на деревообрабатывающих предприятиях.

Библиографический список

1. Новосёлов В.Г., Абдулов А.Р. Исследование износостойкости стальных ножей, упрочненных путем имплантации ионов азота // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: матер. междунар. Евразийского симпозиума. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. С. 240–242.

2. Новосёлов В.Г., Абдулов А.Р. Выбор способа повышения износостойкости дереворежущего инструмента // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. VIII всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «УМНИК». Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. С. 208–211.

3. Новосёлов В.Г., Абдулов А.Р. Исследование износостойкости стальных и неперетачиваемых твердосплавных ножей при продольном фрезеровании древесины // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: матер. междунар. Евразийского симпозиума. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. С. 315–320.

4. Глебов И.Т., Новоселов В.Г., Швамм Л.Г. Справочник по резанию древесины. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1999. 190 с.

УДК 620.1:674.093.

*Т.С. Агеева (Т.С. Царева), Ю.Б. Левинский
(T.S. Ageeva, J.B. Levinskiyi)
УГЛТУ, Екатеринбург*

АНИЗОТРОПНОСТЬ ТРЕХКОМПОНЕНТНОГО КЛЕЕНОГО СЛОИСТОГО КОМПОЗИТА (ANISOTROPY OF IT THREE-COMPONENTIAL GLUED LAMINATED COMPOSITE)

Строительная фанера может быть значительно улучшена в результате модификации шпона. Анизотропия механических свойств является важным предметом исследований при изучении и использовании возможностей фанеры. Предложен метод расчета напряжений и деформаций в отдельных слоях шпона с дополнительной обработкой.

Constructing plywood can be considerably improved as a result of the modification of the veneer. Anisotropy of mechanical properties is an important subject of research in the study of and use of capacities of plywood. The method of calculation of stresses and strains in separate layers of veneer with additional processing.

Учет анизотропии при разработке строительной фанеры (СФ) способствует повышению ее надежности и долговечности, а также позволяет наиболее полно использовать все возможности конструкционного материала. Деформационные превращения, происходящие при изменении нагрузки, температуры и влажности СФ, лежат в основе многих технологических процессов ее обработки: прессования, сушки, а также эксплуатации конструкций. Распространённый дефект при сушке и лущении шпона характеризуется чередующимися выпуклостями и впадинами, высота и протяженность которых неодинакова по ширине и длине листа. Условно шероховатость показана на рис.1, а. Одна из возможностей

устранения дефекта шероховатости – это обработка листов шпона жидким эластомером (рис. 1, б). В связи с этой модификацией листов шпона перед склеиванием фанеры изменяется физико-механическое состояние субстрата.

Наиболее важной задачей такой модификации является уменьшение физико-механической и структурной анизотропии фанеры. Эти изменения в состоянии клееного слоистого композита, каковым является строительная фанера, достигаются за счет увеличения ее прочности в направлениях, не совпадающих с направлением волокон. Фанеру принято считать ортотропным материалом, поэтому параметры ее напряженного состояния рассчитывают

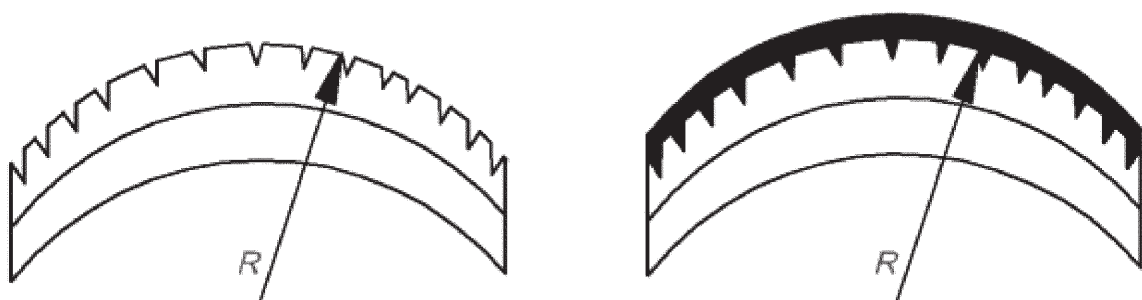


Рис. 1. Условная схема шероховатости шпона в растянутой зоне:
а – сосновый шпон, б – сосновый шпон, обработанный эластомером

с использованием элементов теории упругости ортотропного тела. Существует два вида определения показателей:

1) расчет слоистой клееной конструкции (тела) с взаимно перпендикулярным расположением волокон древесины;

2) расчет напряжений и деформаций в отдельных слоях шпона.

В сущности, именно Ашкенази Е.Н. и Леонтьев Н.Л. показали в своих работах формулы упругих постоянных, оси которых взаимно перпендикулярны, с помощью преобразования компонентов деформаций от одних осей к другим [1, 2]. Этот метод более перспективен, поскольку при его применении представляется возможным учесть такие факторы, как пороки и дефекты древесины, влияющие на прочностные и упругие характеристики материала. Но этот расчет не определяет истинного напряжения в отдельных слоях шпона.

Характеристики и расчетные показатели обосновал и подробно изложил Кириллов А.Н. [3]. Он оценивал свойства отдельных слоев шпона, составляющих пакет, с учетом их числа и взаимно перпендикулярного расположения.

В своих работах Кириллов А.Н. [3] показал приближенные выражения для определения упругих постоянных при изгибе слоистых фанерных пластинок, которые позволяют вычислить упругие постоянные многослойной фанеры по значениям упругих постоянных отдельного слоя (листа шпона). В случае растяжения жесткость слоистой пластинки определяется выражениями

$$D_{11} = \frac{\delta E_{D11}}{1 - \mu_{D12} \mu_{D21}}, \quad (1) \quad D_{12} = \frac{\delta E_{D22}}{1 - \mu_{D12} \mu_{D21}}, \quad (2)$$

где δ – толщина фанеры;

E_{D11}, E_{D22} – приведенные модули упругости фанеры;
 μ_{D12}, μ_{D21} – приведенные коэффициенты Пуассона.

На основе этих данных мы предложили трехкомпонентную модель фанеры. Одним из компонентов является эластомер, которым пропитывается шпон (рис. 2). В данной модели идеализирована структура пакета как четко выраженного трехэлементного слоистого композита, в то время как классическая



Рис. 2. Модель пакета фанеры из модифицированного шпона

фанера показывается двухэлементной. Так как на формирование клевого соединения и получение монолитного слоистого композита в значительной мере влияют микротрещины (рис. 3), выходящие на контактные поверхности листов шпона, то необходимо оценить это влияние количественно.

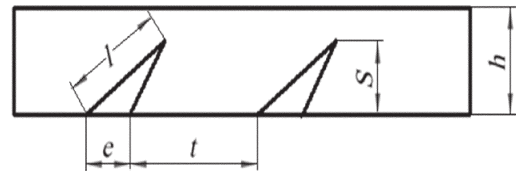


Рис. 3. Модель контактного слоя шпона с микротрещинами на поверхности:

S – глубина трещин, e – ширина, t – шаг, h – толщина шпона (высота пластины), l – длина

Величину выступа трещин, характеризующих шероховатость, условно можно определить по формуле

$$k = \frac{eS}{2t}. \quad (3)$$

Так как шпон у нас обрабатывается с двух сторон, то формулу можно записать в следующем виде:

$$k = \frac{eS}{t}. \quad (4)$$

Для расчетов принимаем трехкомпонентный композит, в котором все слои шпона имеют одинаковую толщину и расположены взаимно перпендикулярно. Общее число слоев композита обозначим условно элементом C . При нанесении эластомера на поверхность шпона часть вязкого вещества проникает в трещины, на основании чего формулу можно представить как $c + k$. Соответственно толщина шпона будет выражена как $h - k$. Итоговая формула определения модуля упругости с учетом направления слоев шпона в композите принимает вид

$$E_{D11} = \frac{E_0}{1 - \mu_0 \mu_{90} \mu_3} \left[\frac{n_0(h-k)(2c+k) + \lambda(n-n_0)(h-k)(2c+k)}{n(h-k)(2c+k)} - \frac{n(h-k)(2c+k)\mu_{90}^2 \mu_3}{\lambda n_0(h-k)(2c+k) + (n-n_0)(h-k)(2c+k)} \right], \quad (5)$$

$$E_{D22} = \frac{E_{90}}{1 - \mu_0 \mu_{90} \mu_3} \left[\frac{\lambda n_0(h-k)(2c+k) + (n-n_0)(2c+k)(h-k)}{n(h-k)(2c+k)} - \frac{n(h-k)(2c+k)\mu_{90}^2 \mu_3}{n_0(h-k)(2c+k) + \lambda(n-n_0)(h-k)(2c+k)} \right], \quad (6)$$

где E_0, E_{90} – модули упругости с продольным и поперечным расположением волокон лицевого слоя фанеры;

μ_0, μ_{90}, μ_3 – коэффициенты Пуассона элементарного слоя;

n – общее число элементарных слоев;

n_0 – общее число продольных слоев, совпадающих с осью: $\lambda = E_{90}/E_0$;

h – толщина шпона;

c – общее число композитных слоев.

Преобразовав формулу, получим:

$$E_{D_{11}} = \frac{E_0}{1 - \mu_0 \mu_{90} \mu_3} \left[\frac{n_0 + \lambda(n - n_0)}{n} - \frac{n \mu^2_{90} \mu^2_3}{\lambda n_0 + (n - n_0)} \right], \quad (7)$$

$$E_{D_{22}} = \frac{E_{90}}{1 - \mu_0 \mu_{90} \mu_3} \left[\frac{\lambda n_0 + (n - n_0)}{n} - \frac{n \mu^2_{90} \mu_3}{n_0 + \lambda(n - n_0)} \right], \quad (8)$$

Формулы (5) – (8) включают величины упругих констант шпона и клея (E, μ). Расчет приведенного модуля упругости с учетом влияния клеевых слоев имеет ограниченный характер, так как этот метод применим лишь для фанеры с одинаковой толщиной всех слоев шпона.

Рассмотрим растяжение и изгиб слоя шпона, пропитанного эластомером, толщиной Δ , модуль упругости которого изменяется по линейному закону (рис. 4):

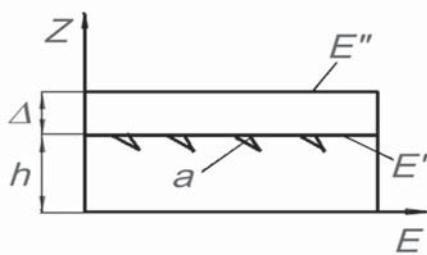


Рис. 4. Растяжение и изгиб слоя шпона, пропитанного эластомером

$$E = E' + K(z - h - a), \quad (9)$$

$$K = \frac{E'' - E'}{\Delta + a}. \quad (10)$$

При совместном действии изгиба и растяжения деформация принимается равной:

$$\varepsilon = \varepsilon' + \alpha(z - h - a), \quad (11)$$

$$\alpha = \frac{\varepsilon'' - \varepsilon'}{\Delta + a}, \quad (12)$$

где $E'', E', \varepsilon'', \varepsilon'$ – модули упругости и деформации нижних и верхних волокон шпона, пропитанного эластомером;

a – объем трещины;

Δ – высота эластомера.

$$\begin{aligned} \sigma &= E\varepsilon = [E' + K(z - h - a)] [\varepsilon' + \alpha(z - h - a)] = \\ &= \sigma' + \mu'(z - h - a) + \nu(z - h - a)^2, \end{aligned} \quad (13)$$

где $\sigma' = E'\varepsilon'$, (14) $\mu' = E'\alpha + K\varepsilon'$, (15) $K\alpha = \nu$. (16)

Определим силу и момент слоя:

$$\begin{aligned} P &= \int_{h-a}^{h+\Delta+a} \sigma dz = \sigma'_{\Delta+a} + \mu' \frac{\Delta+a}{2} + \nu \frac{(\Delta+a)^3}{3} = \\ &= \left[\sigma' + \frac{1}{2} \mu' (\Delta+a) + \frac{1}{3} \nu (\Delta+a)^2 \right] (\Delta+a), \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} m &= \int_{h-a}^{h+\Delta+a} \sigma_z dz = \int_{h-a}^{h+\Delta+a} \sigma(z - h - a) dz + h \int_{h-a}^{h+\Delta+a} \sigma dz = \\ &= \sigma' \frac{(\Delta+a)^2}{2} + \mu' \frac{(\Delta+a)^3}{3} + \nu \frac{(\Delta+a)^4}{4} + Ph = \\ &= \left[\frac{1}{2} \sigma' + \frac{1}{3} \mu' (\Delta+a) + \frac{1}{4} \nu (\Delta+a)^2 \right] (\Delta+a)^2 + Ph. \end{aligned} \quad (18)$$

На основании исследований, ранее проведенных Кирилловым А.Н. для равнослойной березовой фанеры, можно утверждать, что расчет прочностных характеристик фанеры по элементарному слою позволяет с точностью до 18% определить расчетно-аналитическим методом предел прочности нашего клееного слоистого материала. Благодаря формулам для расчета силы и момента стало возможным выполнить расчет прочности шпона с эластомером. При этом вводимые в расчетные формулы базовые параметры скорректированы по величинам согласно физико-механическим свойствам эластомера-модификатора, внедренного в поверхностный контактный слой шпона, по показателям древесины самого шпона. Метод, основанный на оценке свойств отдельных слоев шпона, более точный, а следовательно, дает более объективную характеристику прочностных и упругих свойств фанеры в целом.

Библиографический список

1. Ашкенази Е.К. Прочность анизотропных древесных и синтетических материалов. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 167 с.
2. Леонтьев Н.Л. Упругие деформации древесины. М.: Гослесбумиздат, 1952. 120 с.
3. Кириллов А.Н. Конструкционная фанера. М.: Лесн. пром-сть, 1981.

УДК 338.242.2

*Н.А. Алешикина
(N. A. Aleshkina)**ГУПСО «ЛХПО», Екатеринбург**Т.М. Алиева, И.А. Иматова**(T. M. Alieva, I.A. Imatova)**УГЛТУ, Екатеринбург*

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
(ECONOMIC CONDITION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT
OF THE SILVICULTURAL ENTERPRISES)**

На основе проведенного анализа дана оценка эффективности функционирования хозяйственных субъектов, занятых в лесном секторе экономики Свердловской области, и изложены перспективы их существования.

On the basis of the conducted analysis, estimation of efficiency of functioning of economic entities engaged in the forestry sector of the economy Sverdlovsk region and outlined the prospects of their existence

Административная реформа кардинально изменила систему экономических отношений между субъектами лесного сектора. Результатом этой реформы стала децентрализация управления лесным хозяйством с передачей отдельных полномочий в области лесных отношений на уровень субъектов Российской Федерации и разграничение функций по управлению лесами и хозяйственной деятельностью в них.

Управлением лесами на территориальном уровне занимаются лесничества, а объемы лесохозяйственных и лесовосстановительных работ на конкурсной основе предложены для выполнения коммерческим структурам.

В декабре 2006 г. на территории лесного фонда Свердловской области функционировало 49 федеральных государственных учреждений (ФГУ) – лесхозов и «Управление сельскими лесами». В рамках проводимой реформы имущество ФГУ было безвозмездно передано в собственность Свердловской области с одновременным переименованием их в областные государственные учреждения (ОГУ) [1].

Для сохранения кадрового потенциала лесного хозяйства области и смягчения социальных последствий реформы было принято решение о формировании предприятий из бывших работников лесхозов, не вошедших в штат лесничеств, которые в переходный период должны были выполнять работы по охране, защите и воспроизводству лесов на территориях, не переданных в аренду.

Так как субъектам РФ было предоставлено право самостоятельного выбора организационно-правовых форм лесохозяйственных предприятий (ООО, ГУП и др.), то, руководствуясь положениями Гражданского кодекса РФ, Федерального закона N 201-ФЗ и закона Свердловской области N 9-ОЗ, областные

государственные учреждения были преобразованы в государственные унитарные предприятия (ГУП СО «лесхоз») [2]. На основании утвержденных типовых уставов основными видами деятельности новых предприятий являлись: выполнение работ и оказание услуг по охране, защите, воспроизводству лесов и производственно-коммерческая деятельность с целью извлечения прибыли. В таком виде созданные лесохозяйственные предприятия просуществовали около года.

В октябре 2008 г. с целью повышения конкурентоспособности на рынке услуг лесного хозяйства было образовано ГУП СО «Лесохозяйственное производственное объединение», к которому были присоединены ГУПы [3].

На базе имущества присоединенных предприятий было организовано 43 подразделения, 25 из них – в форме филиалов, 18 – в виде структурных производственных подразделений (СПП). Основное направление деятельности предприятия не изменилось: выполнение работ по охране, защите и воспроизводству лесов, лесозаготовка, переработка древесины, услуги в области лесоводства, подготовка почвы, уход за лесами, отвод лесосек, транспортные услуги, складские услуги, предоставление мест в крытых автостоянках для тракторов и лесовозов.

Основная продукция предприятия: пиловочник, обрезные и необрезные пиломатериалы, погонажные столярные изделия, клееный щит и брус, сеянцы и саженцы деревьев хвойных пород, декоративный посадочный материал. Уставный фонд ГУП СО «ЛХПО» к январю 2009 г. составил 99,7 млн руб. Численность работающих на постоянной основе – около 2 тыс. человек.

В данной работе представлены результаты изучения пятилетнего опыта функционирования государ-

ственного унитарного предприятия в области лесного хозяйства. Исходной базой для анализа послужили отчеты по производству продукции, акты о выполнении работ по охране, защите и воспроизводству лесов и данные по основным экономическим показателям деятельности предприятия.

Для отслеживания тенденций развития предприятия пятилетний период деятельности был условно разделен на три этапа, имеющих различное содержание и экономические характеристики (таблица).

Принимая во внимание, что основным источником доходов для созданных предприятий являлась выручка от реализации древесины, заготовленной от рубок ухода, в первый переходный год все предприятия централизованно были обеспечены государственными контрактами на выполнение работ по охране, защите и воспроизводству леса с правом заготовки древесины. Тем не менее исполнение контрактов не обеспечивало безубыточности большинства предприятий.

В 2009 г. с появлением конкуренции в лице частного бизнеса была предпринята попытка укрепить позиции государственных лесохозяйственных предприятий с помощью концентрации производственных ресурсов, что позволило в течение двух лет достаточно стабильно удерживать позиции на рынке предоставления услуг лесному хозяйству.

С введением вместо проводимых ранее лесных конкурсов электронных аукционов ГУП СО «ЛХПО» потеряло преимущество как профильное лесохозяйственное предприятие, так как при электронном аукционе выбор претендентов происходит по единствен-

ному критерию – предложению наименьшей цены с игнорированием специальных требований к участникам, это приводит к негативным последствиям для лесного хозяйства.

Аукционы стали выигрывать организации, заинтересованные только в дешевой древесине, не имеющие отношения к лесному хозяйству. Снижение цен на аукционе до уровня, когда затраты на качественное выполнение лесохозяйственных работ превышали прогнозируемые доходы от реализации древесины, вынудили ГУП СО «ЛХПО» отказываться от борьбы за лоты. Не разбираясь в специфике лесохозяйственного производства, не владея технологией выполнения работ, не имея специальной техники и квалифицированных рабочих, эти организации выполняли лесовосстановительные и противопожарные работы некачественно с нарушением требований нормативных документов.

В настоящее время ГУП СО «ЛХПО» поставлено в сложное экономическое положение и находится в состоянии кризиса. Динамика заготовки и переработки древесины, представленная на рис. 1, наглядно свидетельствует о значительном уменьшении ресурсов древесного сырья.

Так, если в 2009 г. предприятие по госконтрактам заготовило 1084 тыс. м³ древесины, то в 2012 г. – 684, а 2013 – только 436. Таким образом, по сравнению с 2009 г. поступление древесины на предприятие снизилось в 2,5 раза, следствием чего явилось закрытие ряда производственных подразделений, в том числе и имеющих мощности по переработке древесины (Слободо-Туринское, Сысертское, Уралмашевское).

За пятилетний период своей деятельности количество производственных подразделений сократилось почти в 2 раза и ко второму кварталу 2013 г. составило 32 подразделения, из них 23 филиала и 9 структурных производственных подразделений (СПП). С 2009 г. потеряли работу 1183 работника, имеющих необходимые знания и опыт. Среднесписочная численность работников предприятия на первый квартал 2013 г. составила 817 человек.

Так, только за 2010–2012 гг. в связи с отсутствием сырьевой базы и экономической нецелесообразностью дальнейшей деятельности были закрыты 7 СПП (Асбестовское, Ревдинское, Красноуральское, Каменск-Уральское,

Краткая характеристика этапов развития

№ п/п	Этап	Период, годы	Количество хозяйствующих субъектов	Краткая характеристика
1	Переходный (адаптация)	2008	49 ГУПов	Приспособление к новым условиям хозяйствования, переход на самокупаемость
2	Централизация (концентрация)	2009–2010	ГУП СО «ЛХПО» (43 филиала)	Укрупнение производства с целью укрепления позиций при участии в конкурсах на проведение работ по выполнению работ по охране, защите и воспроизводству лесов
3	Спад (кризис)	2011–2012	ГУП СО «ЛХПО» (36 филиалов)	Усиление конкуренции на аукционах, введение в практику электронных аукционов, передача объемов работ по противопожарной профилактике в лесах специализированному предприятию

Пышминское, Салдинское и Слободо-Туринское), а в 2013 г. – 2 СПП (Североуральское, Уралмашевское) и 2 филиала (Егоршинский и Ирбитский).

В целом доходы предприятия складываются из трех основных источников: средств, полученным по договорам и контрактам, собственных средств и прочих доходов. Основная доля поступлений приходится на собственные источники доходов. К ним относятся: выручка от реализации лесопродукции от всех видов рубок, продукции деревообработки, семян и посадочного материала, доход от услуг по распиловке, колке и доставке дров, по распиловке древесного сырья, по предоставлению транспорта и тракторов и т.п.

Второе место в структуре доходов занимают средства, получаемые по договорам (контрактам) на выполнение работ по охране, защите и воспроизводству лесов и тушению лесных пожаров. К прочим доходам отнесены средства, поступающие от использования зданий и помещений, оплаты за использование служебных квартир, банковские проценты и т.п.

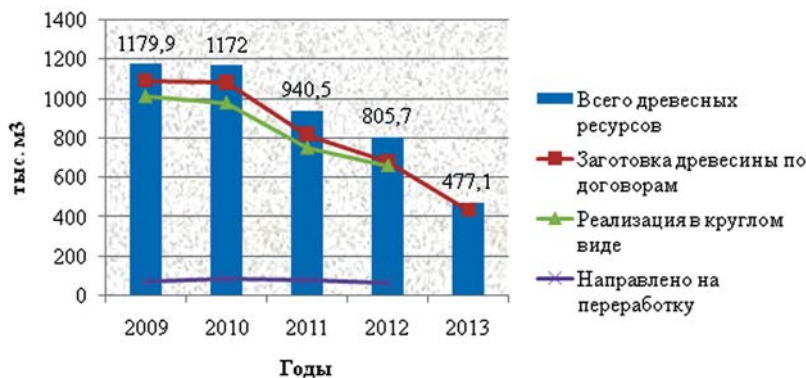


Рис. 1. Динамика объемов заготовки и реализации древесины



Рис. 2. Структура доходов ГУП СО «ЛХПО» за 2012 г.

Структура доходов по видам продукции и услуг, оказанных предприятием в 2012 г., представлена на рис. 2.

Хорошо видно, что львиная доля доходов (85 %) приходится на выручку от реализации древесины в круглом и переработанном виде. На бюджетные средства, выделяемые на выполнение работ по охране, защите и воспроизводству лесов, приходится только 5 % доходов.

Необходимо отметить, что структура доходов предприятия к 2012 г. претерпела некоторые изменения. Так, например, сумма доходов по договорам и контрактам в абсолютном значении уменьшилась за три последних года в 5,5 раз, составив в 2012 г. 22,8 млн руб. Кроме того, заметно снизилась доля этой группы доходов предприятия – с 18 % в 2010 г. до 5 % в 2012 г. Это связано, во-первых, с передачей в 2012 г. всех функций по наземному мониторингу пожарной опасности, тушению пожаров и выполнению противопожарных мероприятий на неарендованной территории специализированному учреждению по тушению лесных пожаров (ГБУ СО «Уральская база авиационной охраны лесов») и, во-вторых, с введением системы закрытых лесных электронных аукционов по договорам купли-продажи насаждений.

В 2013 г. тенденция снижения доли этого источника в общей сумме доходов продолжилась. Из 31 контракта на выполнение работ по охране, защите и воспроизводству лесов, выставленных на аукцион, ГУП СО «ЛХПО» выиграло только 16 на сумму 9,9 млн руб., что почти в 13 раз меньше, чем в 2010 г.

Таким образом, предприятие в настоящее время находится в сложном финансовом положении, пытаясь выжить в непростых экономических условиях и найти новые источники доходов. Финансовый результат в 2012 г. составил 8,9 млн руб., что в 1,8 раза меньше, чем в 2011 г., но лучше, чем в 2009 г., когда убыток по предприятию составил 8,6 млн руб.

В 2012 г. 14 производственных подразделений предприятия закончили год с убытками, а пять из них – с убытком более 1 млн руб. Это филиалы Березовский, Ирбитский, Камышловский, Серовский и Талицкий.

С прибылью закончили год 20 подразделений, причем 9 из них получили прибыль более 1 млн руб. Это Алапаевский, Билимбаевский, Ивдельский, Белоярский, Байкаловский, Сотринский, Тугулымский, Туринский и Шамарский.

В заключение можно отметить, что в настоящее время ГУП СО «ЛХПО» имеет достаточно неустойчивое положение на рынке и сильно страдает от конкурентов. Основным видом деятельности и соответственно доходов является заготовка, переработка и реализация лесоматериалов, и если не принять срочных мер, можно полностью лишиться этого источника поступления сырья.

Из 16 контрактов, выигранных ГУП СО «ЛХПО» в 2013 г., более половины всей древесины приходится на Тавдинский (48,5 тыс. м³), Карпинский (44,4 тыс. м³), Сотринский (43,5 тыс. м³), Туринский (40,4 тыс. м³) и Шалинский филиалы (35,8 тыс. м³). Причем стоит отметить, что только 9 филиалов получили средства субвенций из федерального бюджета на

выполнение лесохозяйственных работ, остальные вынуждены будут выполнять работы по охране, защите и воспроизводству лесов за счет доходов, полученных от реализации древесины от рубок ухода. Перспективы выживания остальных филиалов ГУП СО «ЛХПО» в нынешнем году весьма сомнительны.

К сожалению, приходится констатировать, что в настоящее время профильное предприятие, выполняющее работы в лесном хозяйстве, поставлено в сложное финансовое положение и пытается выжить в непростых экономических условиях. Для нормализации положения, в первую очередь требуются изменения в законодательстве. Принятие 5 апреля 2013 г. Федерального закона 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок, товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» позволит получать государственные заказы по охране, защите и воспроизводству лесов специализированным предприятиям лесного профиля, минуя электронные аукционы.

Библиографический список

1. Постановление Правительства Свердловской области № 79-ПП от 7.02.2007 г. «О приеме и переименовании федеральных государственных учреждений (лесхозов), безвозмездно передаваемых в государственную собственность Свердловской области для осуществления полномочий органов государственной власти Свердловской области».
2. Постановление Правительства Свердловской области № 1030-ПП от 22 октября 2007 г. «О реорганизации областных государственных учреждений в области лесных отношений».
3. Постановление Правительства Свердловской области № 1072-ПП от 06.10.2008 г. «О реорганизации государственных унитарных предприятий Свердловской области в области лесных отношений».

УДК 621.93

*А.Ф. Аникеенко, А.А. Гришкевич, А.П. Фридрих
(A.F. Anikeenko, A.A. Grishkevitch, A.P. Fridrikh)
БГТУ, Минск*

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕШЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРОМОК ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ МЕТОДОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ (PRACTICAL USE OF RESULTS OF PILOT STUDIES IN THE SOLUTION OF PRODUCTION TASKS FOR MACHINING OF EDGES OF WOOD-SHAVING PLATES BY A METHOD OF CYLINDRICAL MILLING)

Предлагается методика определения рациональных режимов резания с учетом производительности оборудования, качества продукции, расхода электроэнергии и инструмента, а также установления минимальной себестоимости механической обработки. Предложены новая методика и алгоритм расчета рациональных режимов фрезерования древесностружечных ламинированных плит.

In article existing design procedures of technological modes of processing of milling of natural wood and wood compositions are considered. Their basic lacks of a cut of modern manufacture are considered. Questions force of formation are considered, blunting and qualities of a surface at milling of tools are conducted researches in a direction of modeling of influence of the basic variable factors on a way of contact of a cutter to object of processing, length without defect of the processed edges reinforced wood particle board, operation time of the tool before loss of its working capacity and the capacity spent for process of cutting. The new technique and algorithm of calculation of rational modes of milling reinforced wood particle board is offered.

Основные требования, предъявляемые к продукции деревообрабатывающей промышленности, – ее качество с наименьшими энергетическими затратами при необходимой производительности и рациональном использовании режущего инструмента.

Учитывая данные требования, исследования процессов резания древесных материалов выполняют с получением математического описания выходного показателя в зависимости от влияния переменных факторов, влияющих на данный показатель.

Однако уравнения регрессии, полученные экспериментальным путем, не нашли применения в производстве по установлению рациональных режимов из-за отсутствия методов их применения.

Учитывая данное обстоятельство, авторы предлагают методику определения рациональных режимов резания с учетом не только критериев производительности оборудования, качества продукции, расхода электроэнергии и инструмента, но и установления минимальной себестоимости механической обработки.

Для разработки методики определения себестоимости механической обработки ламинированных древесностружечных плит выполнены экспериментальные исследования по четырем направлениям, которые дали возможность получения математического описания влияния переменных факторов на длину обработанной поверхности, путь контакта режущей кромки лезвия в обрабатываемом материале, период стойкости лезвия и полезную мощность фрезерования:

на длину обработанной поверхности:

$$L = -162,58 + 392,58e - 21,32h + 4,868V + 1,852D + 116,53eh + 2,864eD - 0,438hV - 0,243hD - 0,041VD - 617,3e^2 + 15,71h^2; \quad (1)$$

на длину дуги контакта:

$$l = -2135,4 - 3626,7e + 973h + 59,15V + 21,645D - 746,7eh + 51,27eV + 15,02eD - 12,51hV - 2,09hD - 0,5123VD; \quad (2)$$

на период стойкости инструмента:

$$T = -30,66 - 50,1e + 8,58h + 0,604V + 0,49D - 4,53eh + 1,106eV - 0,104hV - 0,037hD - 0,0092VD; \quad (3)$$

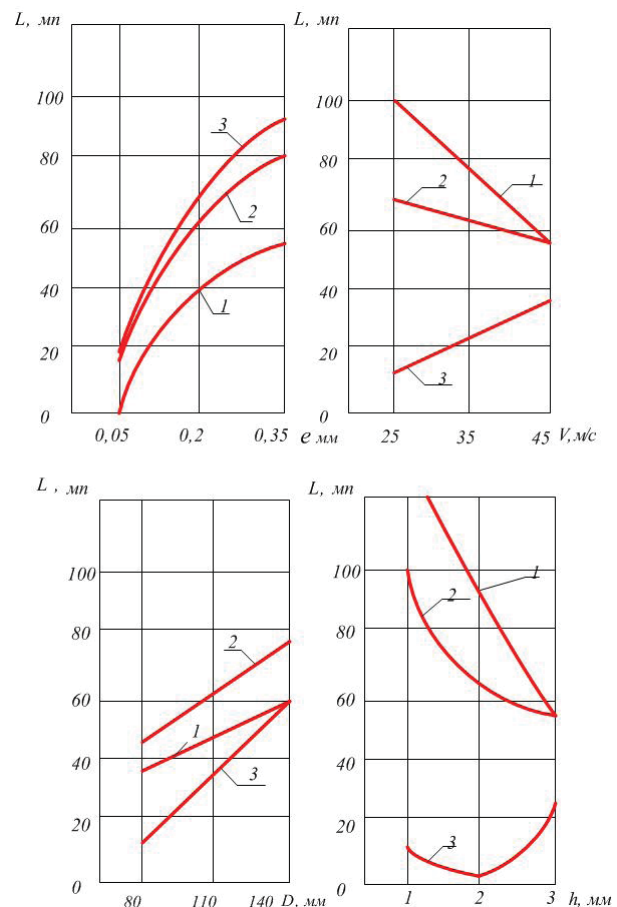
на полезную мощность фрезерования:

$$P = -37 + 1357e - 14h + 3V - 0,3D + 353eh + 19eV + 2,6hV - 4222e^2 - 20h^2. \quad (4)$$

Математические модели позволили разработать рекомендации по назначению рациональных режимов обработки ламинированных ДСтП на станках с ЧПУ в зависимости от приоритетности выходного показателя.

Рассмотрим на примере влияние переменных факторов на длину обработанной поверхности (рисунк).

Как видно из графиков, получение максимальной производительности процесса с обеспечением установленного качества положительно влияет на период стойкости инструмента (ресурсосбережение), но наименьшие энергетические затраты не позволяют получать высокие показатели производительности процесса и периода стойкости инструмента (энергосбережение).



Влияние переменных факторов на длину обработанной поверхности

Результаты проведенных исследований позволили установить, что значения выходных показателей должны корректироваться поправочными коэффициентами: при использовании ножей из сплава ВК15 – 1, ВК8 – 1,7 и ВК6 ОМ – 2,2.

В табл. 1 и 2 приведены примеры расчета стоимости потребляемой мощности при фрезеровании ламинированных древесностружечных плит и расчета потребности в ножах на обработку 10 000 пог. м кромок ламинированных древесностружечных плит.

Таблица 1

Расчет стоимости потребляемой мощности при фрезеровании ламинированных древесностружечных плит

Расчетные показатели и зависимости	Диаметр фрезы			
	D = 100 мм		D = 140 мм	
	z ₁ = 3	z ₂ = 4	z ₁ = 3	z ₂ = 4
1. Скорость подачи заготовок, обеспечивающая выполнение сменной производительности, V _s , м/мин $V_s = \frac{L_{cm}}{T_{cm}} = \frac{10000}{420} = 24 \text{ м/мин}$	24	24	24	24
2. Подача на нож S _z , мм [1] $S_z = \frac{1000V_s}{zn}$	1,33	1,0	1,33	1,0
3. Синус кинематического угла встречи $\sin \theta = \sqrt{\frac{h}{D}}$	0,1414	0,1414	0,1195	0,1195
4. Средняя толщина стружки e, мм $e = S_z \sin \theta$	0,188	0,141	0,159	0,120
5. Скорость резания V, м/с $V = \frac{\pi Dn}{60 \cdot 1000}$	31,4	31,4	44,0	44,0
6. Мощность, затрачиваемая на резание острыми ножами, P, кВт, с учетом ширины обработки $\left(K_2 = \frac{20}{16} = 1,25 \right)$	0,541	0,468	0,660	0,576
7. Расход мощности на выполнение программы P _{см} , кВт, по обработке плит острыми ножами	3,787	3,276	4,620	4,032
8. Поправочный коэффициент на расход мощности с учетом округления лезвий ножей K ₁	1,379	1,412	1,400	1,427
9. Расход мощности на выполнение программы с учетом периода стойкости инструмента P _{см} , кВт (формула (4))	4,507	3,951	5,544	4,895
10. Расчет стоимости расходуемой мощности без учета потерь ее в кинематических парах механизмов станка и расхода мощности в подающем механизме, Z _{эн} , руб. (1 кВт принят равным 320 бел. руб.)	1440	1260	1770	1570

Таблица 2

Расчет стоимости ножей на обработку 10 000 пог.м кромок
ламинированных древесностружечных плит

Расчетные показатели	Диаметр фрезы			
	D = 100 мм		D = 140 мм	
	$z_1 = 3$	$z_2 = 4$	$z_1 = 3$	$z_2 = 4$
При использовании ножей из твердосплавных пластин ВК15				
Длина обработанных поверхностей при использовании фрез с одним ножом L , пог. м (ф-ла (1))	52,54	41,13	47,49	30,32
Общая длина обработанных поверхностей ($L_{\text{сум.}}$, пог. м) с учетом количества режущих элементов (z) и резцов ($p = 2$)	315,24	329,04	284,94	242,56
Количество ножей для выполнения сменного задания, шт. $K_{\text{нож}} = \frac{10000z}{L_{\text{сум}}}$	96	124	108	168
Стоимость одного ножа, тыс. бел. руб.	7,7	7,7	7,7	7,7
Затраты на инструмент для выполнения сменного задания $Z_{\text{инстр}}$, тыс. бел. руб.	739,2	954,8	831,6	1293,6
При использовании ножей из твердосплавных пластин ВК8 Общая длина обработанных поверхностей $L_{\text{сум.}}$, пог. м	539,69	563,32	487,82	415,26
Количество штук ножей для выполнения сменного задания $K_{\text{нож}}$, шт.	57	72	63	100
Стоимость одного режущего элемента, тыс. бел. руб.	8,0	8,0	8,0	8,0
Затраты на инструмент для выполнения сменного задания $Z_{\text{инстр}}$, тыс. бел. руб.	456,0	576,0	504,0	800,0
При использовании ножей из твердосплавных пластин ВК60М				
Общая длина обработанных кромок $L_{\text{сум.}}$, пог. м	692,58	722,90	626,01	532,90
Количество ножей для выполнения сменного задания $K_{\text{нож}}$, шт.	45	56	48	76
Стоимость одного ножа, тыс. бел. руб.	13,9	13,9	13,9	13,9
Затраты на инструмент для выполнения сменного задания $Z_{\text{инстр}}$, тыс. бел. руб.	625,5	778,4	667,2	1056,4

Выводы

При решении подобной задачи можно использовать зависимость (1), по которой устанавливается длина обработанных поверхностей одним комплектом ножей. Отношение длины обработанной поверхности, предусмотренной сменным заданием, к длине, полученной по формуле (1), дает возможность определить расход инструмента на программу.

Как видно из расчетов, выполнение технологического процесса для принятых условий обработки ламинированных древесностружечных плит наиболее

эффективно фрезами диаметром 100 мм и числом ножей $z = 3$ шт.

Однако анализ расчетных методов затрат на мощность и дереворежущий инструмент не может быть установлен окончательно, так как срезание стружки можно изменить за счет выбора рациональной скорости подачи или количества ножей и увеличения высоты припуска. Нахождение рациональных режимов возможно, если принять скорость подачи, выраженную не сменным заданием, а максимально возможной длиной обработанной поверхности с учетом зависимостей (1) – (4).

Библиографический список

1. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Выш. шк., 1975. 303 с.
2. Амалицкий В.В., Санев В.И. Оборудование и инструмент деревообрабатывающих предприятий. М.: Экология, 1992. 480 с.
3. Аникеенко А. Ф. Ресурсо- и энергосберегающие режимы обработки ламинированных древесностружечных плит цилиндрическим фрезерованием на станках с числовым программным управлением: дис. ... канд. техн. наук / Аникеенко Андрей Федорович. Минск, 2012.

УДК 674.8:661.174

В.М. Балакин, А.А. Галлямов, Д.Ш. Гарифуллин
(V.M. Balakin, A.A. Gallyamov, D.S. Garifullin)
 УГЛТУ, Екатеринбург

**ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ
 НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ АМИНОЛИЗА ПОЛИУРЕТАНОВ
 (PHOSPHORUS-CONTAINING FLAME RETARDANTS FOR
 WOOD-BASED PRODUCTS AMINOLYSIS POLYURETHANES)**

Изучены структура и свойства продуктов аминолита полиуретанов на основе сложных эфиров алифатическими аминами. В качестве алифатических аминов применялись этаноламин, этилендиамин, полиэтиленполиамины. Продукты аминолита были проанализированы методами ИК-спектроскопии и газожидкостной хроматографии, совмещенной с масс-спектрометрией.

Продукты аминолита полиуретанов использовали в качестве аминосоставляющего компонента в реакции фосфорилирования по реакции Кабачника – Филдса с получением производных α -метилефосфоновых кислот и огнезащитных составов на их основе.

This article is devoted to the study of the structure and properties of the products of aminolysis polyurethane ester-based, aliphatic amines. As the aliphatic amines used ethanolamine, ethylenediamine, polyethylenepolyamines. Aminolysis products were analyzed by IR spectroscopy and gas-liquid chromatography combined with mass spectrometry.

Products aminolysis polyurethanes used as the amino moiety in the reaction part by phosphorylation reaction Kabachnik - Fields with derivatized α -methylenephosphonic acid and retardants based on them.

Полиуретаны (ПУ) благодаря комплексу уникальных физико-химических свойств широко применяются в различных областях промышленности и народного хозяйства. В связи с этим проблема переработки отходов полиуретанов является актуальной задачей.

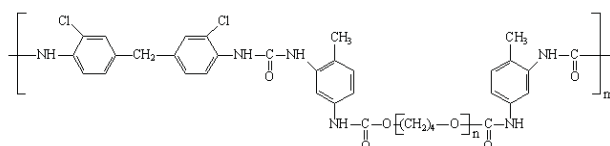
Среди существующих способов переработки полиуретановых отходов наиболее целесообразной является химическая деструкция. Химические методы деструкции в зависимости от типа химической реакции, лежащей в основе метода, подразделяются на гликолиз, гидролиз и аминолит. Наиболее изученным и широко применяемым в промышленности можно считать гликолиз. Аминолит также может являться перспективным методом химической деструкции полиуретановых отходов, так как он позволяет проводить деструкцию в достаточно мягких температурных условиях. Однако проблема квалифицированного применения продуктов аминолита полиуретанов является серьезным фактором, сдерживающим широкое применение этого метода для утилизации полиуретановых отходов.

Целью работы является изучение фосфорсодержащих огнезащитных составов для древесины на основе продуктов аминолита ПУ.

В качестве алифатических аминов использовали моноэтаноламин (МЭА), этилендиамин (ЭДА), диэтаноламин (ДЭА), полиэтиленполиамин (ПЭПА).

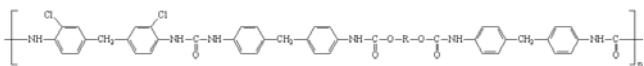
В качестве вторичных полиуретанов использовали полиуретаны на основе простых и сложных полиэфиров.

1. СКУ-ПФЛ-100 на основе толуилеидиизоцианатов, простого полиэфира – политетраметилгликоля и отвердителя – 4,4'-диамино-3,3'-дихлордифенилметана (диамет X):



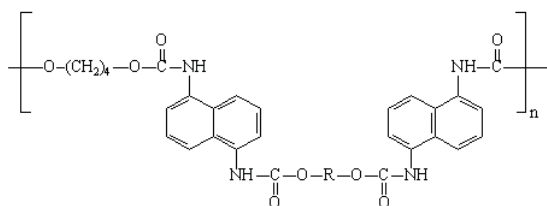
где Ag – молекула толуилеидиизоцианата.

2. MDQ на основе 4,4'-метилендиизоцианата – сложного полиэфира на основе адипиновой кислоты и гликоля, отвердитель – диамет X;



где Ag – молекула 4,4'-метилендиизоцианата.

3. ENDIFLEX-1,4 BDO на основе 1,5-нафтилендиизоцианата – сложного полиэфира на основе адипиновой кислоты и гликоля, отвердитель – 1,4-бутандиол:



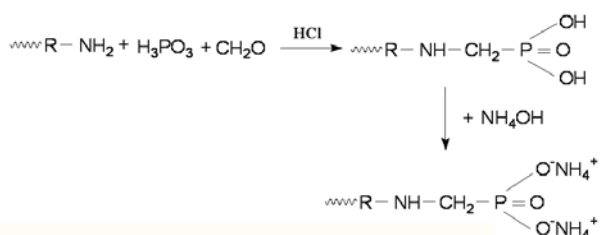
где Ag – молекула 1,5-нафтилендиизоцианата.

Реакцию аминολиза проводили в трехгорлой колбе, снабженной перемешивающим устройством и обратным холодильником, при температуре 140–180 °С. Массовое соотношение ПУ:МЭА составляло от 1:1 до 1:2. Время реакции 3–5 ч. После охлаждения продукты аминολиза представляли собой пастообразные вещества красно-коричневого цвета.

Для синтеза огнезащитных составов использовались:

- в случае полиуретанов на основе сложных полиэфиров – весь продукт аминολиза;
- в случае полиуретана на основе простого полиэфира – только азотсодержащая часть продукта аминολиза.

Продукты аминολиза использовались в качестве аминосоставляющего компонента в реакции фосфорилирования – реакции Кабачника – Филдса – с получением производных α-метиленфосфоновых кислот. Продукт фосфорилирования нейтрализовывался водным раствором аммиака до нейтрального значения pH с получением аммонийных солей метиленфосфоновых кислот. Продукт нейтрализации использовался в качестве огнезащитного состава для древесины.



где R – фрагменты продуктов аминολиза полиуретана.

Готовые огнезащитные составы представляли собой прозрачные жидкости темно-красного цвета. Физико-химические свойства составов приведены в таблице.

Краткая характеристика физико-химических свойств огнезащитных составов на основе продуктов аминολиза

Состав	Исходный полиуретан	Амин	Физико-химические свойства составов	
			Плотность, г/см ³	Концентрация состава, %
ОЗС_I	I СКУ-ПФЛ-100	МЭА	1,19	44,6
		ДЭА	1,18	61,2
		ЭДА	1,19	56,2
		ПЭПА	1,13	54,2
ОЗС_II	II MDQ	МЭА	1,19	57,2
		ДЭА	1,20	56,4
		ЭДА	1,20	55,7
		ПЭПА	1,15	56,9
ОЗС_III	III ENDIFLEX	МЭА	1,20	56,3
		ДЭА	1,16	59,0
		ЭДА	1,22	59,0
		ПЭПА	1,20	59,2

Первичные огнезащитные свойства составов были определены на установке типа ОТМ. Зависимости потери массы образцов древесины от расхода огнезащитных составов приведены на рис. 1, 2, 3.

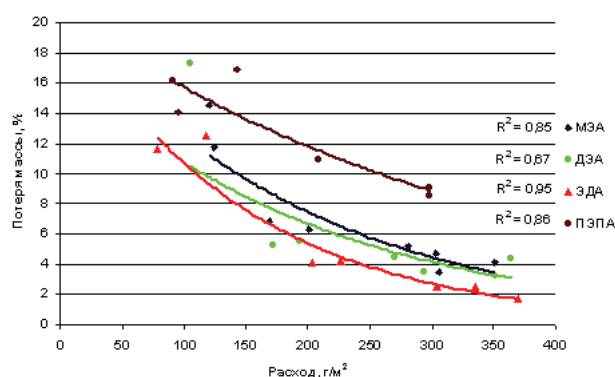


Рис. 1. Зависимость потери массы древесины от расхода ОЗС_I (на основе 2,4-толуиленидиизоцианата и простого полиэфира – политетраметилгликоля)

Составы на основе 2,4-толуиленидиизоцианата и простого полиэфира обеспечивают I группу огнезащитной эффективности при расходе от 150 г/м² и от 300 г/м² на основе ПЭПА.

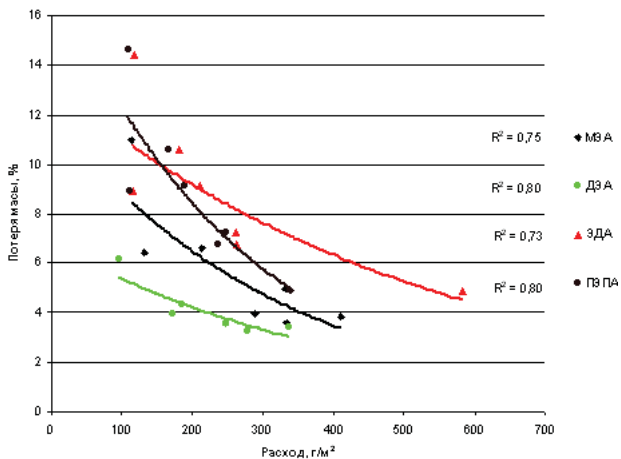


Рис. 2. Зависимость потери массы древесины от расхода ОЗС (на основе 4,4'-метилендиизоцианата и сложного полиэфира)

Составы на основе 4,4'-метилендиизоцианата (II) и сложного полиэфира обеспечивают I группу огнезащитной эффективности при расходе от 200 г/м². Составы на основе 1,5-нафтилендиизоцианата (III) и сложного полиэфира обеспечивают I группу огнезащитной эффективности при расходе от 150 г/м² и от 300 г/м² на основе ЭДА.

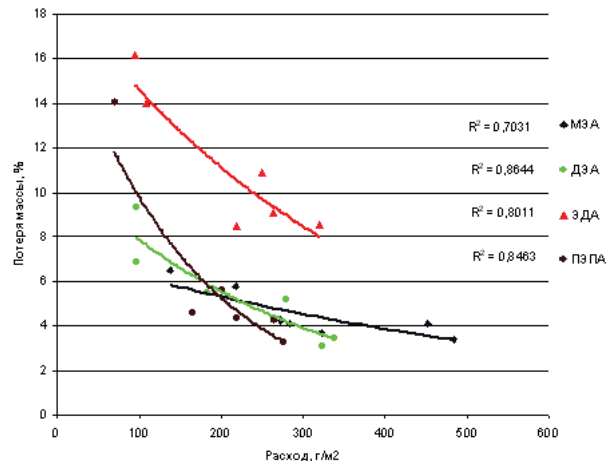


Рис. 3. Зависимость потери массы древесины от расхода ОЗС_III (1,5-нафтилендиизоцианата и сложного полиэфира)

Составы на основе 1,5-нафтилендиизоцианата (III) и сложного полиэфира обеспечивают I группу огнезащитной эффективности при расходе от 150 г/м² и от 300 г/м² на основе ЭДА.

УДК 338.45

С.И. Басманов
(S.I. Basmanov)
Уральский Союз лесопромышленников, Екатеринбург
С.В. Белан
(S.V. Belan)
Минпромнауки Свердловской области, Екатеринбург
Н.К. Прядилина, Н.А. Шпак
(N.K. Pryadilina, N.A. Shpak)
УГЛТУ, Екатеринбург

ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС В УСЛОВИЯХ ВТО: АНАЛИЗ РИСКОВ И НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ (TIMBER INDUSTRY IN THE WTO: RISK ANALYSIS AND TRENDS OF DEVELOPMENT)

Проанализированы риски и угрозы развитию лесопромышленного комплекса в условиях работы в ВТО. Далее обосновано, что без осуществления крупных инвестиций в модернизацию производственных мощностей и развитие инфраструктуры обеспечить конкурентоспособность отрасли в ближайшей перспективе будет невозможно. На примере Свердловской области показаны механизмы и направления инвестиционного развития отрасли.

The article analyzes risks and threats for development of timber industry in terms of the WTO. The authors explain that without solid investments into modernization of production facilities and the infrastructure development it is impossible to support the competitiveness of this industry in the short-term period. By the example of the Sverdlovsk region mechanisms and strategic directions of timber industry investment development are shown.

Формальное присоединение России к Всемирной торговой организации (ВТО) состоялось 16 декабря 2011 г., когда был подписан Протокол «О присоединении Российской Федерации к Марракешскому соглашению об учреждении Всемирной торговой организации от 15 апреля 1994 г.», который впоследствии был ратифицирован отдельным Федеральным законом и вступил в действие с 22 августа 2012 г. [1].

Таким образом, после 18 лет упорных переговоров Россия стала 156-м членом ВТО. И сейчас с учетом членства нашей страны эта организация будет регулировать около 95 % мировой торговли. Присоединение к ВТО устанавливает режим наибольшего благоприятствования, который предполагает исполнение обязательств по снижению импортных пошлин по сельскохозяйственным и прочим товарам, введению тарифных квот по отдельным товарным группам, а также отмену импортных пошлин. Согласно подписанным соглашениям в ближайшие несколько лет в России будут снижены импортные пошлины на промышленные и некоторые другие виды товаров, в том числе и на продукцию лесопереработки. А именно на древесину и изделия из нее; древесный уголь; массу из древесины или из других волокнистых целлюлозных материалов; регенерируемые бумагу и картон (включая макулатуру и отходы) и другие товары. В части экспортных пошлин обязательствами России перед ВТО предусмотрено их снижение или отмена по истечении переходного периода (1–5 лет) на все товары, облагаемые в настоящее время вывозными пошлинами, за исключением природного газа, нефти и нефтепродуктов. В этой связи исполнение всех связанных с присоединением к ВТО договоренностей и принятых нашей страной обязательств будет оказывать разнонаправленное влияние как на параметры развития всего народного хозяйства, так и отдельных отраслей и региональных экономических систем в частности.

В отношении экспортных пошлин на лес договоренностями о присоединении России к ВТО предусмотрено установление на ежегодной основе тарифных квот на вывоз лесоматериалов необработанных из ели обыкновенной (коды ТН ВЭД 4403 20 110 и 4403 20 190) и сосны обыкновенной (коды ТН ВЭД 4403 20 310 и 4403 20 390) с внутриквотными ставками пошлин 13 и 15 % соответственно [2]. При этом объем квот устанавливается как средний за период 2005–2006 гг. и составляет:

- 1) на экспорт лесоматериалов из ели:
всего – 6246,5 тыс. м³, в том числе: для стран ЕС – 5960,6 тыс. м³; для других стран – 285,9 тыс. м³;
- 2) на экспорт лесоматериалов из сосны:
всего – 16 038,2 тыс. м³, в том числе для стран ЕС – 3645,9 тыс. м³; для других стран – 12 392,3 тыс. м³.

По уровням ставок внеквотных пошлин обязательства не приняты, т.е. ставка экспортной пошлины вне квоты устанавливается в соответствии с уровнем ставок, действующих в Российской Федерации.

В то же время, несмотря на тот факт, что Россия уже является полноправным членом ВТО, дискуссии по поводу положительных и отрицательных последствий этого шага для экономики страны и регионов продолжают, оцениваются возможные угрозы и преимущества. Активно идет процесс разработки соответствующих планов и создания различных комиссий по адаптации региональных экономик к условиям работы в рамках ВТО. Если взглянуть на картину в целом, то по ряду объективных экономических факторов и сложившихся производственно-технологических условий такие отрасли, как сельское хозяйство, пищевая промышленность, машиностроение (в особенности автомобилестроение), химическая промышленность (в частности фармакология), легкая промышленность и ряд других отраслей, будут испытывать трудности в силу высокой конкуренции со стороны иностранных производителей. Безусловное преимущество на мировом рынке получают нефтяная и газовая промышленности, а также производители химических удобрений. Что же касается лесной промышленности, то здесь у экспертного сообщества однозначная точка зрения относительно возможных последствий пока не сформировалась. Однако совершенно очевидно, что в лесном секторе произойдут существенные изменения, которые, по мнению некоторых экономистов, во многом перечеркнут усилия государства по стимулированию глубокой переработки древесины внутри страны.

Как уже было сказано выше, принятие несколько лет назад заградительные пошлины на вывоз необработанной древесины при присоединении к ВТО пришлось снизить почти в два раза (с 2006 по 2009 гг. пошлина на вывоз леса поднялась с 6,5 до 25 %). В тот период от ввода экспортных пошлин в выигрыше оказались крупные лесопромышленные комплексы и целлюлозно-бумажные комбинаты. Благодаря избытку скопившейся на внутреннем рынке древесины ситуация с нехваткой сырья и неконтролируемым ростом цен на него нормализовалась. Сейчас же согласно принятым документам Россия должна понизить вывозные таможенные пошлины на необработанную древесину с 25 до 13 % по ели и до 15 % по сосне в рамках специально установленных квот. Таким образом, границы страны снова будут открыты для вывоза необработанной древесины. В этой связи ожидается возобновление дефицита сырьевых ресурсов на внутреннем рынке, что, как следствие, приведет к снижению выпуска продукции из первичного сырья. Прогнозируются также возможные осложне-

ния при решении вопросов обеспечения сырьевыми ресурсами новых инвестиционных проектов. Стоимость первичного древесного сырья может начать повышаться в связи с вывозом кругляка в Северную Европу и Китай.

Согласно аналитическим расчетам, выполненным экспертами Российской экономической школы (РЭШ) и компании Ernst&Young, лесной сектор окажется среди пострадавших от вступления России в ВТО отраслей. Прежде всего его ждет существенное сокращение объемов производства. Аналитики Ernst&Young прогнозируют спад почти на 6,8 %. Коснется это прежде всего регионов Дальнего Востока, севера европейской части и северо-западных районов страны. На Дальнем Востоке согласно прогнозу Ernst&Young отраслевое производство упадет на 25,6, на Севере – на 5,6, на Северо-Западе – на 6,7, в Санкт-Петербурге и Ленинградской области – на 5 % [3].

Вступление России в ВТО, несомненно, отразится на деятельности целлюлозно-бумажной отрасли. Наибольшее влияние, по мнению большинства отраслевых экспертов, вступление в ВТО окажет на предприятия, выпускающие печатные виды бумаги и тарный картон. По многим позициям импортные пошлины в этом секторе к концу переходного периода снизятся в 2–3 раза. К примеру, пошлины на газетную бумагу в рулонах или листах будут снижены с действующих 15 до 5 % уже в 2015 г. Пошлины на немелованную бумагу и картон Россия обязалась сократить с 15 до 5–10 % в 2014–2016 гг. в зависимости от конкретного вида бумаги. Таким образом, ожидается, что проблемы у производителей тарного картона могут возникнуть в связи с тем, что на российский рынок хлынет поток более дешевой и качественной продукции из Европы и Китая. Это приведет к падению цены российских аналогов. В зоне наибольшего риска окажутся приграничные области Северо-Западного федерального округа и Дальнего Востока. Помимо потерь от прямой конкуренции с иностранными производителями, отечественные игроки бумажного рынка могут столкнуться с потерями косвенными – от переключения потребителей на подешевевший импорт.

С другой стороны, именно благодаря вступлению в ВТО открываются новые привлекательные для отрасли возможности. Уменьшение пошлин на импортное технологическое оборудование, химикаты, материалы, запасные части будет способствовать увеличению их импорта, что, в свою очередь, позволит снизить себестоимость и тем самым повысить конкурентоспособность отечественной продукции глубокой переработки древесного сырья. Одновременно повысятся шансы привлечь инвестиции не только в сферу

лесозаготовок, но и в производство продукции глубокой переработки древесины. В результате производство готовой продукции глубокой степени переработки может стать более конкурентоспособным.

Практически все эксперты сходятся во мнении, что максимальные выгоды от вступления России в ВТО получит крупный лесопромышленный бизнес, обладающий финансовыми возможностями. В то же время целый ряд средних и малых предприятий окажется на грани выживания. Принципы ВТО в первую очередь стимулируют конкуренцию и инновации, чего невозможно достигнуть в рамках проводимой ранее протекционистской политики. Этот вывод подтвержден опытом Китая, где развитие экономики как в целом, так и в лесной промышленности в частности, ускорилось после вступления в ВТО.

Среди основных проблем отечественного лесного комплекса, снижающих его конкурентоспособность, экспертами выделяются следующие.

1. Низкий технический уровень лесопромышленных отраслей.
2. Технологическое отставание от мирового уровня.
3. Недостаточная доля внутреннего рынка, занимаемая отечественной продукцией с высокой добавленной стоимостью по высокосортным видам бумаги, древесноволокнистым плитам MDF, OSB, мебели и др.
4. Низкий уровень инновационной и инвестиционной деятельности в лесном хозяйстве.
5. Недостаточная точность государственного учета лесов и значительные неиспользуемые лесосырьевые ресурсы на землях лесного фонда. Время давности лесоустройства лесничеств составляет в среднем по стране от 8 до 20 лет. Данная проблема существенно затрудняет работу по привлечению инвестиций в лесопромышленный комплекс, так как отсутствие точных данных о качестве и составе лесосырьевых ресурсов не позволяет потенциальному инвестору составить достоверное представление об объекте вложений.
6. Слабо развитая производственная и дорожно-транспортная инфраструктура. Негативное влияние на эффективное освоение лесных ресурсов оказывает отсутствие необходимой транспортной инфраструктуры, магистральных лесовозных дорог. В связи с этим основная часть лесозаготовок концентрируется в зоне освоенных лесов, вблизи существующих транспортных магистралей и дорог общего пользования. Слабо развитая дорожно-транспортная инфраструктура сдерживает возможности более полного освоения эксплуатационных лесов и снижает экономическую доступность лесных ресурсов.
7. Кадровые проблемы, обусловленные слабым развитием социального партнёрства, низким по отноше-

нию к другим отраслям экономики уровнем оплаты труда работающих, ухудшающейся ситуацией в профессиональной и квалификационной подготовке рабочих кадров и специалистов.

Безусловно, что эти проблемы будут оказывать негативное влияние на развитие лесной промышленности в условиях членства России в ВТО. В этой связи, по мнению экспертов, предприятиям лесной промышленности необходимо вести постоянный мониторинг экспортных и внутренних цен на выпускаемую продукцию и заранее предугадывать риски. Не менее важно уже сегодня начинать формировать систему льготного кредитования технологического перевооружения и предоставления субсидий на цели модернизации производства, а также осуществлять регулирование тарифов естественных монополий, в первую очередь железнодорожных и тарифов на электроэнергию. И, наконец, лесной отрасли не выдержать конкуренции без модернизации производства путем внедрения современных экологически чистых технологий и унификации технических и экологических регламентов производств.

В этой связи, учитывая сложность текущих проблем и необходимость выработки единого системного решения, обеспечивающего создание максимально благоприятных условий для развития не только лесного комплекса, а промышленности в целом, в Свердловской области разработан проект областной целевой программы «Развитие промышленности Свердловской области и повышение ее конкурентоспособности». В рамках этой программы предполагается реализовать комплекс мероприятий, направленных на стимулирование развития и повышение конкурентоспособности промышленности в условиях ВТО, в том числе и лесного комплекса. В период с 2014 по 2018 гг. на эти цели планируется выделить более 9 млрд руб. бюджетных ассигнований. В областной целевой программе будут предусмотрены мероприятия по предоставлению субсидий из областного бюджета на закупку оборудования, возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам на осуществление инвестиционных проектов, выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проводимых в целях создания новых производств и модернизации действующих.

Лесопромышленный комплекс Свердловской области при условии проведения модернизации производственных мощностей имеет возможность достаточно успешно и мобильно развиваться в условиях ВТО, удовлетворяя потребности регионального и внешнего рынков. Реализация инвестиционных проектов в области освоения лесов будет способствовать созданию так называемых «точек роста» (крупных высокотех-

нологичных производств, оснащенных современным оборудованием) – центров, вокруг которых будут сконцентрированы предприятия малого и среднего бизнеса, способные осуществлять взаимовыгодное сотрудничество в рамках развития внутрирегиональной кооперации.

Сегодня в лесном комплексе Свердловской области уже реализуется три крупных инвестиционных проекта в сфере освоения лесов, включенных Минпромторгом России в перечень приоритетных.

1. Инвестиционный проект ЗАО «Аргус СФК»: создание деревообрабатывающего предприятия в Серовском районе Свердловской области с собственным циклом лесозаготовки (пос. Восточный).

2. Инвестиционный проект ООО «Урало-сибирские инвестиции»: создание и модернизация лесозаготовительных и деревообрабатывающих объектов в Свердловской области (Серовский район).

3. Инвестиционный проект ООО «Выйский ДОК»: создание деревообрабатывающего предприятия с собственным циклом лесозаготовки на территории Свердловской области (г. Нижний Тагил).

Общий объем инвестиций по данным проектам составляет 2 415,00 млн руб., объем ежегодно перерабатываемого древесного сырья – 1,65 млн м³.

В период 2013–2020 гг. планируется реализация следующих крупных инвестиционных проектов в сфере освоения лесов.

1. Инвестиционный проект ООО «Уральская лесопромышленная компания»: строительство завода профильных деталей с циклом лесопиления и лесозаготовки на территории Свердловской области (Асбестовский городской округ).

2. Инвестиционный проект ЗАО работников «Туринский целлюлозно-бумажный завод»: организация производства рулонной бумаги санитарно-гигиенического назначения и изделий из нее (Туринский городской округ).

3. Инвестиционный проект ООО «Лесников»: создание лесоперерабатывающего производства с собственным циклом лесозаготовки на территории Свердловской области (пос. Красноглинный Серовского района).

4. Инвестиционный проект ООО «Эколес»: модернизация и расширение производства ООО «Эколес» на территории Кушвинского городского округа.

Таким образом, повышение инвестиционной активности и реализация инновационного сценария развития лесного комплекса Свердловской области за счет сбалансированного развития промышленной переработки древесины позволит получить многоуровневый синергетический эффект и обеспечить конкурентоспособность отрасли в условиях ВТО.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 21 июля 2012 г. №126-ФЗ «О ратификации Протокола о присоединении Российской Федерации к Марракешскому соглашению об учреждении Всемирной торговой организации от 15 апреля 1994 г.» // Справочно-правовая система «Консультант-Плюс».
2. Письмо Министерства экономики Свердловской области «Информация для исполнительных органов государственной власти Свердловской области в связи с вступлением Российской Федерации во Всемирную торговую организацию» от 24.01.2013 № 157 с приложениями (Приложение: Таблица 8. Перечень по товарным группам – ставки экспортных таможенных пошлин на дату присоединения и конечный уровень снижения).
3. Лесом решили пожертвовать? Как вступление в ВТО отразится на лесопромышленном комплексе России. URL: <http://www.lesvesti.ru/news/capital/3507/>

УДК 674.055:621.934(043.3)

А. В. Белый,
(*A.V. Belyi*)

ФТИ НАН Беларуси, Минск;

А. А. Гришкевич, В. В. Раповец, В. В. Чаевский,
(*A.A. Grishkevitch, V.V. Rapovets, V.V. Tchaevskiy*)

БГТУ, Минск;

В. В. Узлов, А. К. Кулешов,
(*V.V. Uglov, A.K. Kuleshov*)

БГУ, Минск

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ZrN-ПОКРЫТИЙ
НА СТАЛЬНЫХ НОЖАХ ПРИ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ
НА ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКАХ
EFFICIENCY OF APPLICATION OF ZrN-COVERINGS
ON STEEL KNIFES WHEN CUTTING WOOD ON MILLING MACHINES**

Представлены результаты исследований физико-механических свойств ZrN-покрытий на лезвиях импортных ножей фрез фрезерно-брусующих станков фирмы SAB (Германия). ZrN-покрытия на поверхности лезвий ножей были сформированы методом конденсации вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхности. ZrN-покрытие состоит из ГЦК фазы нитрида циркония ZrN. Установлено, что импортные ножи изготовлены из стали марки типа 40H2NMA. Проведенные на ОАО «Борисовский ДОК» (г. Борисов) промышленные испытания фрез при агрегатной обработке древесины сосны и ели показали, что наличие ZrN-покрытий на лезвиях стальных ножей фрез приводит к увеличению периода стойкости фрез на 12%. Наличие покрытия на поверхности лезвия ножа изменяет характер его износа. Кинематические параметры резания древесины влияют на период стойкости инструмента.

The article deals with the results of investigations of physical and mechanical properties of ZrN-coatings on the blades of knives import mill of the milling chipper-canthers from SAB firm (Germany). The ZrN-coatings were formed on surface of the blades of knives mill by the method of condensation from a plasma phase in a vacuum with ion bombardment of surface. The ZrN-coating possesses the cubic of NaCl type structure. IT is established that import knives made of steel type 40H2NMA. The industrial tests of mills carried out on JSC Borisovsky DOCK at modular processing of wood of a pine and a fir-tree showed ZrN-coatings on blades of steel knives of mills leads to increasing of the firmness period of mills at 12%. Coatings on surfaces of a knife blade change nature of its wear. Kinematic parameters of cutting wood influence the period of firmness of the tool.

Введение. В мировой практике одним из высокоэффективных способов производительной переработки бревен диаметром 8–24 см признана агрегатная переработка, используемая на различных конструкциях фрезернопильных и фрезерно-брусующих

линий, головными станками которых являются фрезерно-брусующие станки (ФБС), предназначенные для получения из окоренных бревен хвойных пород двухкантных или четырехкантных брусьев заданных размеров и технологической щепы.

Ведущими европейскими производителями ФБС и бревнопильных линий на их основе являются фирмы Linck, SAB, Mohringer, EWD (Германия), A.COSTA Righi (Италия), Ahlstrom (Финляндия). В России отдельные виды этого оборудования выпускаются станкостроительным и экспериментальным заводами (г. Вологодск) [1].

Возможность использования торцевых фрез различных конструкций на агрегатном фрезерно-брусующем оборудовании позволила применять в данной работе многоножевые фрезы со спиральным расположением резцов, у которых ножи располагаются по пространственной спирали закручивающейся от периферии к центру [2]. Каждый резец в спирали, расположенный с превышением относительно предыдущего на величину снимаемого им по толщине слоя древесины, способствует переработке краевой части бревна в высококачественную технологическую щепу.

Длина щепы $l_{щ}$ определяется по известной формуле расчета продольной подачи бревна U_z на один нож фрезы:

$$l_{щ} = U_z = \frac{1000V_s}{zn}, \quad (1)$$

где z – количество спиралей, шт; n – частота вращения фрезы, мин^{-1} ; V_s – скорость подачи, м/мин.

При средней длине щепы $l_{щ} = 25$ мм повышение производительности ФБС со спиральным расположением резцов может быть достигнуто за счет увеличения количества спиралей z или роста частоты вращения фрезы n [3]. Увеличение количества спиралей приводит к техническим сложностям изготовления фрез. С увеличением частоты вращения фрезы растет количество мелкой фракции щепы. Поэтому поиск путей увеличения периода стойкости резцов является актуальной и технически обоснованной задачей.

В связи с тем, что ножи ФБС двухлезвийные, формирование щепы происходит двумя лезвиями: длинным и коротким. Установлено, что длинное лезвие, формирующее щепу по толщине, подвергается менее интенсивному износу, чем короткое, формирующее щепу по длине [4]. Поэтому наличие упрочняющих слоев на короткой режущей кромке ножа будет способствовать увеличению периода стойкости ножа и соответственно фрезы.

Существенно увеличивает период стойкости стальных и твердосплавных лезвий дереворежущих инструментов метод конденсации вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхности (КИБ) [5].

Целью данной работы были получение ZrN-ионно-плазменных покрытий в качестве упрочняющих слоев

на поверхности лезвий ножей фрез ФБС фирмы SAB (Германия), изучение структуры и фазового состава сформированных покрытий, периода стойкости ножей с ZrN-покрытиями фрез при агрегатной обработке древесины сосны и ели.

Основная часть. ZrN-покрытия осаждались на поверхность двухлезвийных ножей фрез методом КИБ на установке ВУ-1Б «Булат» на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ в два этапа – с предварительной обработкой ионами циркония в вакууме 10^{-3} Па при потенциале подложки -1 кВ и последующим нанесением покрытий при токе горения дуги катода 100 А и опорном напряжении -100 В в атмосфере азота при давлении 10^{-1} Па [6]. Для получения высокой адгезии покрытия к лезвию ножа варьировалось время предварительной ионной очистки и время непосредственного осаждения покрытия. Температура при осаждении покрытия соответствовала $400-450$ °С. Толщина полученных покрытий не превышала $1,5$ мкм.

Фазовый состав полученных ZrN-покрытий исследовался методом рентгеноструктурного анализа (РСА) при помощи дифрактометра ДРОН-3.0 в Cu-K_α -излучении.

Для определения структуры ZrN-покрытий, периода стойкости ножей с ZrN-покрытиями и характера их износа при агрегатной обработке древесины были выполнены исследования морфологии лезвий ножей инструмента с помощью растровой электронной микроскопии (РЭМ) и сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV (Япония) с использованием метода слепков и поперечных шлифов образцов.

Износостойкость ножей фрез исследовалась на фрезерно-брусующей линии фирмы SAB при обработке бревен из сосны и ели на деревообрабатывающем комбинате ОАО «Борисовский ДОК» (г. Борисов). Средний диаметр обрабатываемых бревен сосны и ели был равен $D = 20,4$ см при толщине щепы 5 мм и ее длине 25 мм. Обработка древесины проводилась при частоте вращения 12000 мин^{-1} фрезы диаметром 470 мм, скорости подачи $38,5$ м/мин и припуске $5,0$ мм/проход.

Метод слепков представляет собой вдавливание лезвия ножа в свинцовую пластину и определение максимального радиуса округления лезвия ножа $\rho_{\text{макс}}$ по слепку (отпечатку). Приращение ε радиуса округления лезвия ножа на единицу длины пути рассчитывается по формуле

$$\varepsilon = \Delta\rho/L, \quad (2)$$

где $\Delta\rho = \rho_{\text{макс}} - \rho_0$ – параметр износа (ρ_0 – радиус округления лезвия ножа без износа); L – величина пути резания ножа без покрытия в древесине.

Износ лезвия ножа и период его стойкости определялись путем сравнения приращений ϵ , рассчитанных для лезвий ножей с покрытием и без покрытия.

Исследования элементного состава испытуемых импортных ножей фрез ФБС показали, что ножи изготовлены из стали марки типа 40X2HMA.

Установлено, что при осаждении циркония в среде азота на нож методом КИБ образуется однофазное покрытие, состоящее из фазы нитрида циркония, имеющее ГЦК структуру типа NaCl (рис. 1), что соответствует данным [7].

ZrN-покрытие имеет столбчатое строение кристаллитов (рис. 2), обусловленное ростом зерен в направлении плазменного потока.

Период стойкости лезвий ножей с ZrN-покрытиями при агрегатной обработке древесины сосны и ели определялся по измеренному радиусу округления ρ_{\max} слепка лезвия изношенного ножа (рис. 3) и приращению ϵ по формуле (2).

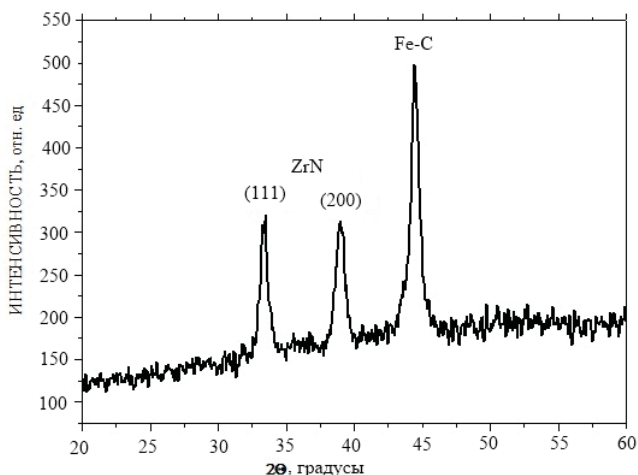


Рис. 1. Рентгенограмма ZrN-покрытия

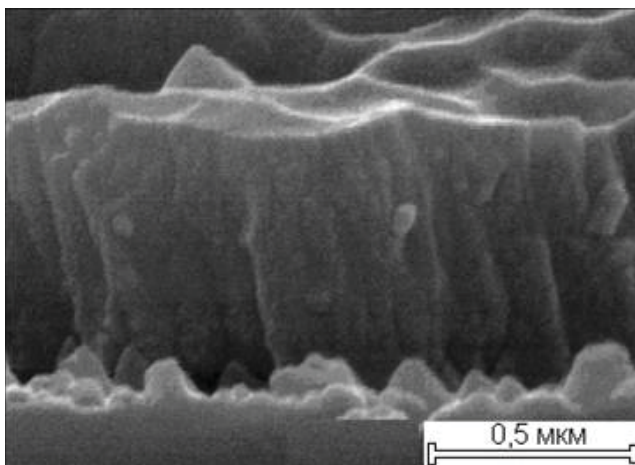


Рис. 2. РЭМ-изображение поперечного шлифа ZrN-покрытия

Суммарный путь L резания двухлезвийного ножа без покрытия в древесине вычислялся по формуле

$$L = N \frac{L_{\text{бр}}}{S_z} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sqrt{\left(\frac{z l \theta}{2\pi} + R \sin \theta\right)^2 + (R \cos \theta)^2} d\theta, \quad (3)$$

где S_z – подача на резец; θ_1 – угол входа ножа в древесину; θ_2 – угол выхода ножа из древесины; z – число ножевых спиралей; l – длина элемента щепы; θ – угол контакта ножа; R – радиус резания ножа; $L_{\text{бр}}$ – длина бревна; $N = 7400$ – суммарное количество обработанных фрезами бревен сосны и ели.

Суммарное количество обработанных бревен N фрезами с двухлезвийными ножами рассчитывалось по формуле

$$N = 4Q / \pi D^2 L_{\text{бр}}, \quad (4)$$

где Q – объем переработанного материала; D – средний диаметр бревна.

Рассчитанный по формулам (3) – (4) в математическом пакете MathCAD суммарный путь резания двухлезвийного ножа без покрытия в древесине имел величину $L = 96582$ м.п.

Движение ножа ФБС в древесине проходит по удлиненной циклоиде. Поэтому наряду с различными способами обработки поверхности лезвий ножей фрезы кинематические параметры резания (усилие подачи, скорость резания) также существенно влияют на период стойкости ножа фрезы [2].

Опытно-промышленные испытания ножей с ZrN-покрытиями фрез ФБС фирмы SAB на ОАО «Борисовский ДОК» (г. Борисов) показали увеличение периода стойкости ножей с покрытиями на 12% по сравнению с ножами без покрытия.

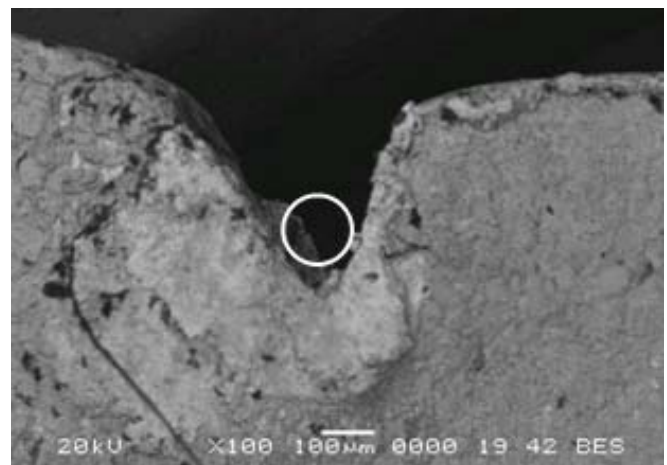
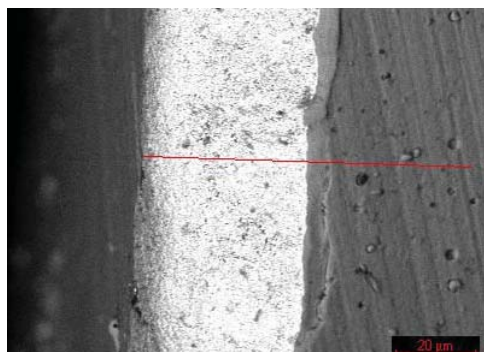


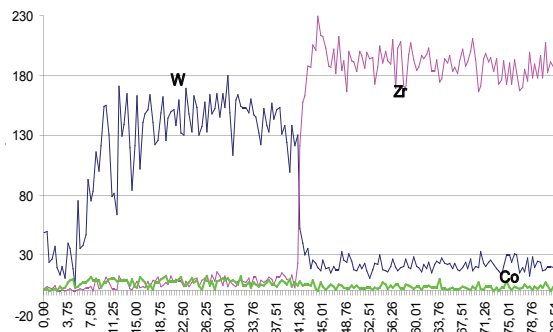
Рис. 3. РЭМ-изображение слепка лезвия ножа

Наличие ZrN-покрытий на лезвиях стального ножа изменяет характер их износа (рис. 4): наблюдается сглаживание образующихся в процессе износа тре-

щин поверхности материала за счет налипания на лезвие ножа металлических частиц износа и последующего их деформационного втирания в область трека.



а



б

Рис. 4. РЭМ-изображение лезвия ножа с ZrN-покрытием после деревообработки (а) и распределение интенсивностей характеристического рентгеновского излучения от элементов (Zr, W, Co) поперек лезвия (б)

Заключение

Наличие осажденных методом КИБ ионно-плазменных ZrN-покрытий на стальных импортных двухлезвийных ножах фрез ФБС фирмы SAB (Германия) обеспечивает при агрегатной обработке материалов из хвойных пород дерева повышение периода стойкости режущего инструмента на 12% по сравнению с инструментом без покрытия. Этим подтверждается актуальность проведенных исследова-

ний по повышению ресурса работы дереворежущего стального инструмента.

Кинематические параметры резания (скорость резания, скорость подачи материала, частота вращения фрезы) также оказывают существенное влияние на период стойкости ножей фрезы. Наличие покрытия на поверхности лезвия ножа изменяет характер его износа.

Библиографический список

1. Кузнецов В. Технология агрегатного метода лесопиления // Дерево.ru [Электронный ресурс]. 2005. URL: <http://sab-moscow.com/index.htm>.
2. Раповец В.В., Бурносов Н.В. Разработка мероприятий по повышению эффективности процесса переработки бревен на фрезерно-брусующих станках, оснащенных фрезами со спиральным расположением двухлезвийных резцов // Тр. II междунар. Евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века», Екатеринбург, 2–5 октября 2007 г. / ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». Екатеринбург, 2007. С. 224–227.
3. Раповец В.В., Бурносов Н.В., Станкевич А.А. Методика установления работоспособности резцов спиральных фрез фрезерно-брусующей машины // Матер. докл. междунар. науч.-техн. конф. «Ресурсо- и энерго-сберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии», Минск, 16–18 ноября 2005 г. В 2 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2005. Ч. 2. С. 306–309.
4. Раповец В.В. Практические результаты экспериментальных исследований резания древесины двухлезвийными резцами и фрезерно-брусующих станках // Труды БГТУ. Сер. II: Лесн. и деревообаб. пром-сть. Минск, 2008. Вып. XVI. С. 205–208.
5. Гришкевич А.А., Чаевский В.В. Влияние ионно-плазменных покрытий на износостойкость стальных резцов при резании древесины на фрезерно-брусующих станках // Тр. БГТУ. Сер. II: Лесн. и деревообаб. пром-сть. Минск, 2010. Вып. XVIII. С. 348–351.
6. Эффективность применения TiN-, ZrN-, Ti-Zr-N- и Ti-покрытий на твердосплавных резцах при обработке ламинированных древесностружечных плит концевыми фрезами / А.А. Гришкевич, В.В. Чаевский, В.В. Углов, А.К. Кулешов // Тр. БГТУ. Сер. VI: Физ.-мат. науки и информатика. Минск, 2008. Вып. XVI. С. 52–54.
7. Investigations on non-stoichiometric zirconium nitrides / Н.М. Benia, М. Guemmaz, G. Schmerber, [et al.] // Applied Surface Science. 2002. № 200. P. 231–238.

УДК 630.24:349.6

П.А. Бирюков
(P.A. Biryukov)
УГЛТУ, Екатеринбург

ГЕНЕЗИС И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ РУБОК ЛЕСА (GENESIS AND PROGNOSIS OF THE DYNAMICS OF UNAUTHORIZED FELLING)

В историческом аспекте рассмотрена проблема несанкционированных рубок леса в России. Указаны факторы, которые негативно влияют на их динамику и которые следует принимать во внимание при организации борьбы с ними.

The problem of illegal wood harvesting in Russia is viewed in historical aspect. Are the factors that negatively affect their dynamics and which should be taken into account in the organization of struggle against them.

В отраслевой печати регулярно, как сводки с театра военных действий, появляются публикации о нелегальных рубках леса. Они, как стихийное бедствие, распространились по территории всей страны. Масштабы нелегальных рубок таковы, что вызвали обеспокоенность не только в России, а также во всём мировом сообществе. В частности, чтобы перейти от увещаний к конкретному противодействию данному явлению, принят регламент ЕС по древесине (№ 995/2010 г.), обязывающий все компании России доказать законность заготовки древесины для изготовления поставляемых на экспорт лесных материалов [1].

Непосредственно в России уже несколько лет разрабатывают закон о регулировании оборота круглых лесоматериалов с целью ввести процесс лесозаготовок в правовое русло.

В то же время до сих пор в специальной литературе фактически нет научных публикаций, посвященных столь актуальной проблеме. Поэтому автором предпринята попытка изучения проблемы незаконного лесопользования, остроту и важность которой подтверждают сведения в таблице.

Информация о несанкционированных рубках леса очень показательна. Хотя в 2012 г. (по данным за 9 месяцев) лесонарушения по сравнению с предыдущими

Таблица 1
Масштабы несанкционированных рубок леса по Свердловской области*

Показатели	2010 г.		2011 г.		2012 г.**	
	Значения показателя	Удельный вес, %	Значения показателя	Удельный вес, %	Значения показателя	Удельный вес, %
1. Лесонарушения, всего случаев	974	100,0	935	100,0	691	100,0
а) в том числе незаконная рубка древостоев	794	81,5	717	76,7	613	88,7
б) в том числе на арендованных лесных участках	313	32,1	279	23,4	237	34,3
в) в том числе нарушители правил рубки леса не выявлены	565	58,4	521	55,7	431	62,4
2. Объем похищенной древесины всего, м ³	79640	100,0	76355	100,0	60397	100,0
а) из них не выявлены нарушители, м ³	45796	57,5	44485	58,3	43755	72,4
в) из них на арендованных лесных участках, м ³	39129	49,1	36617	48,0	31577	52,0
3. Общий ущерб млн руб.	867,0	100	1091,1	100,0	529,9	100,0

* Сведения приведены по лесам, находящимся в ведении Департамента лесного хозяйства.

** Сведения за 9 месяцев года.

периодами несколько сократились, тем не менее количество таких случаев очень велико. В общем числе лесонарушений незаконные рубки древостоев преобладают; их удельный вес находится на уровне 80 %. Аренда лесных участков не является преградой для браконьеров; в среднем от общего числа лесонарушений 30 % самовольных рубок приходится на находящиеся в аренде леса (цифра показательная – приблизительно такой же процент составляют арендованные леса от площади земель лесного фонда).

Невыявленные лесонарушители в настоящее время составляют почти 60%. Эта цифра убеждает в крайне неэффективной организации работы лесной охраны. Акцентирую внимание также на такой важный показатель, как удельный вес объёма похищенной древесины на арендованных лесных участках. Он достигает 50% от всего объёма похищенной древесины. Этот факт объясняет сложившаяся практика лесных отношений – в аренду, как правило, передают ценные лесные участки как с позиций наличия запасов хвойной древесины, так и с учётом их транспортной доступности. Они привлекательны также для браконьеров.

Судя по публикациям в отраслевой печати, ситуация с незаконными рубками леса в регионе является типичной для всей многолесной зоны страны. С целью выработки мер противодействия негативным тенденциям в лесопользовании нами изучена предыстория проблемы. Действительно, изучение хода эволюции лесных отношений позволяет уяснить их сущность.

Для понимания генезиса лесных отношений и их составного компонента несанкционированных рубок леса – изучены труды классиков [2]. На заре развития общества (эпоха дикости) человек потребляет преимущественно готовые продукты природы; большей частью они добыты в лесу. Мужчина – хозяин в лесу; всё, чем он обладает, это «собственность, добытая своим трудом» [2, с. 159]. Эта жизненная установка зафиксировалась в его генетической памяти.

Следующая эпоха – варварство, когда человек овладевает «методами увеличения производства продуктов природы» [2, с. 112]. Человек при новом способе добывания средств к существованию организует производство в узких рамках, а весь продукт остаётся во власти производителя. Хотя расширяющееся разделение труда подрывает родовые отношения (их стержень – общину); возникает расслоение её по имущественному признаку. Тем не менее человек находится в гармонии с природой. Безусловно, этому способствует малочисленность населения при необъятных лесных просторах в тот период.

Наступление III эпохи в истории человечества – цивилизации – обуславливает возникновение го-

сударства как продукта общества, созданного для разрешения противоречий между возникшими социальными группами. «Представители государства – чиновники – встают над обществом» [2, с. 170].

Государственный аппарат плодит настоящий частокोल из наставлений, уложений, указов, законов, распоряжений. Как правило, каждый государственный акт вводит новые ограничения, запреты, нормы поведения для человека и постоянно ужесточает уже имеющиеся. Они касаются всех сторон жизни человека, в том числе и его взаимоотношений с природной средой.

Их специфика такова – они априори обязательны для всего населения страны независимо от рода занятий, среды обитания и жизненного уклада жителей. Но система контроля за выполнением законодательных актов отработана главным образом в крупных поселениях и городах. Жители в сельской и лесной местности не подвержены жесткому административному диктату. В отношениях с природой они зачастую действуют в соответствии с генетической памятью; причём тем чаще, чем меньше на их образ жизни воздействует урбанизация.

Таким образом, несанкционированные рубки леса возникли в период зарождения цивилизации. Какие факторы влияют на расширение масштабов теневого лесного бизнеса?

На первых порах объёмы несанкционированных рубок леса ограничены из-за специфики древесины как предмета труда. Она имеет достаточную плотность; крупногабаритность; значительную массу и соответственно труднотранспортабельна. Поэтому как санкционированные, так и незаконные рубки леса осуществляют на минимальном удалении от мест проживания и по берегам сплавных рек. Главное при этом – удовлетворить собственные потребности в топливе и древесине для строительства жилых и хозяйственных построек, а также для изготовления деревянной утвари.

По мере развития цивилизации происходят противоречивые явления – большинство новаций в социальной и хозяйственной сферах жизнедеятельности человека наряду с позитивными изменениями сопровождается деструктивными последствиями. Проанализируем ситуацию в настоящее время с позиций рассматриваемой проблемы.

Ухудшение жизненного уровня жителей сельских и лесных территорий «вынуждает» их прибегать к дарам леса. Если не получены разрешения от представителей власти, жители с помощью ухищрений это делают незаконно. Но в наши дни благодаря техническому прогрессу и введению института частной собственности потенциальный браконьер имеет

должную техническую подготовку и владеет современными машинами и оборудованием. Создание автопоездов для вывозки древесины с гидроманипулятором увеличило вероятность лесного произвола. Группа из 2–3 человек на автопоезде с гидроманипулятором, оснащенная бензопилой и ручной лебедкой (оптимальный состав с позиций обеспечения скрытности лесонарушения и максимальной доли каждому от награбленного) мобильна и оперативно ведёт незаконные рубки в радиусе до 100 км от пункта базирования.

Строительство лесных дорог в труднодоступной местности с позиций «чёрных лесорубов» также благо, ибо расширяет вероятность манёвра и избирательного подхода к участкам леса при их «промысле».

Массовое приобретение населением ленточно-пильных установок для производства пиломатериалов расширяет возможности мгновенной реализации похищенной древесины, усложняя поиск доказательной базы при выявлении лесонарушителей и оформлении соответствующих дел.

Но в последнее десятилетие на лесные богатства обратили внимание предприниматели новой волны. Для достижения должной коммерческой выгоды, так как древесина имеет низкую удельную стоимость по сравнению с другими товарами, им нужно оперировать большими объёмами лесных материалов. Как свидетельствует правоохранительная практика, нередко браконьеры-одиночки местного значения образовали симбиоз с пришлыми представителями предпринимательских кругов, для которых важен один принцип «Прибыль любой ценой!» [3].

Состоятельные предприниматели выступают как «мозговой и организующий центр», а местные браконьеры – как послушные исполнители при проведении незаконных рубок в значительных объёмах [4]. При этом лесонарушители высшего звена имеют добротную подготовку в правовом и экономическом отношениях, чтобы придать своим деяниям характер законного бизнеса.

Таким образом, исходя из изложенного трудно прогнозировать спад объёмов несанкционированных рубок леса. По мере появления очередных технических новинок при сложившейся социально-экономической обстановке в стране не исключена вероятность дальнейшего роста лесонарушений.

Но интересы общества требуют активизации борьбы с ними. На наш взгляд, при организации противодействия незаконным рубкам леса не должно быть шаблонного подхода. Необходима в зависимости от условий в конкретных лесах особая система взвешенных эффективных мер. Важнейшие из них должны быть направлены на существенное повышение жизненного уровня населения лесных территорий.

В зависимости от конкретной обстановки в регионе меры могут быть таковы:

а) вооружение работников лесной охраны и наделение их такими правами, как у работников системы внутренних дел;

б) установление скрытых видеокамер на въезде в лес и на дорогах общего пользования;

в) создание лесных кордонов в пунктах примыкания лесных дорог к транспортным коммуникациям общего пользования;

г) блокировка всех прочих лесных дорог на въезде в лес (устройство рвов; временных завалов и т.д.) хотя бы на осенне-зимний период;

д) патрулирование лесных массивов (в той их части, которая доступна с позиций освоения в транспортном отношении);

е) неотвратимость наказания за нелегальные рубки леса с конфискацией задействованных в них тракторов, машин и бензопил и наложением денежных штрафов.

Одно очевидно, что для сохранения лесов России нужны эффективные меры противодействия любым посягательствам как отдельных лиц, так и организаций на всенародное достояние.

Библиографический список

1. Европа выставила регламент, как щит // Лесн. газ. № 20. 16 марта 2013 г.
2. Маркс К., Энгельс Ф. Происхождение семьи, частной собственности и государства // Соч. Т. 21. С. 23–178.
3. Лисовская Е. Мы задерживаем – их отпускают // Рос. лесн. вести. № 7. 22 февр. 2013 г.
4. Туров Д. На особом режиме. О нелегальных рубках в Вологодской области говорит Твиттер // Рос. лесн. вести. № 50. 21 дек. 2012 г.

УДК 338.45

*О.В. Велиева, Ю.А. Капустина, Ю.Н. Ростовская
(O.V. Velieva, J.A. Kapustina, J.N. Rostovskaya)
УГЛТУ, Екатеринбург*

**МАЛЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ:
СТАНОВЛЕНИЕ, РЕАЛИЗАЦИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ
(THE SMALL INNOVATIVE ENTERPRISES IN THE WOOD COMPLEX:
FORMATION, IMPLEMENTATION, PROSPECTS)**

Рассмотрены этапы, условия и перспективы развития малого инновационного бизнеса в лесном комплексе в рамках участия России во Всемирной торговой организации (ВТО).

The article describes the stages, conditions and prospects for development of small innovative business in the wood complex with Russian participation in the World Trade Organization (WTO).

Современный этап экономического развития характеризуется переходом ведущих держав к этапу формирования инновационной экономики. Рост эффективности хозяйственной деятельности, востребованность продуктов и услуг все в большей степени определяются результатами инвестирования интеллектуальных решений, а не объемами материальных ресурсов.

Развитие интеграционных процессов в мировой экономике, в частности вступление России во Всемирную торговую организацию, повышает необходимость перехода российской экономики от энергосырьевой направленности к инновационному сценарию развития.

Согласно Прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации на 2013 г. и плановый период 2014–2015 гг. одним из основных приоритетов экономической политики наряду с адаптацией национальной экономики к требованиям ВТО значится инновационное развитие и поддержка высокотехнологичных секторов экономики. Реализация обозначенных приоритетов возможна на основе:

создания и развития институтов и инфраструктур, обеспечивающих запуск и работу «инновационного лифта», призванного устранить разрыв связей в цепочке «идея – проект – стартап – бизнес»;

стимулирования инновационной деятельности в компаниях с государственным участием;

поддержки инновационной активности на региональном уровне [1].

Решение вопросов адаптации к требованиям ВТО актуально для всех отраслей экономики. Не является исключением и лесной комплекс, для которого вступление России в ВТО, с одной стороны, сопряжено с известными ограничениями, с другой – раскрывает определенные перспективы.

С момента присоединения России к ВТО договоренностями предусмотрено установление на ежегодной основе экспортных тарифных квот на вывоз лесоматериалов необработанных из ели обыкновенной

и сосны обыкновенной с внутривидовыми ставками 13 и 15 % соответственно, что несомненно, снизит прибыль отечественных производителей, ориентированных на лесосырьевой экспорт.

Преимущества участия в ВТО для лесной отрасли прежде всего связаны с лесоперерабатывающим кластером и обусловлены снижением таможенных барьеров и тарифов, что, несомненно, удешевляет лесопroduкцию. В частности, обязательствами России перед ВТО предусмотрено снижение или отмена экспортных пошлин по истечении переходного периода (1–5 лет) на все облагаемые в настоящее время вывозными пошлинами товары, в том числе и на древесину. Однако условия производства, такие как климат и территориальная удаленность, так называемое «транспортное плечо», несоизмеримо увеличивают ее стоимость. В дополнение к объективным условиям производства системной проблемой в развитии лесного комплекса России на современном этапе является недостаточное развитие мощностей по глубокой механической, химической и энергетической переработке древесного сырья. Ключевыми факторами, обусловившими наличие данной проблемы, являются:

недостаточная инновационная активность и инвестиционная привлекательность;

технологическое отставание от мирового уровня, характеризующееся отсутствием внедрения «прорывных» инновационных проектов в лесном комплексе, позволяющих снять структурные ограничения развития отрасли и выйти на производство совершенно новых (по потребительским свойствам) видов конструкционных материалов на основе древесины, экологически безопасных листовых древесных материалов, волокнистых полуфабрикатов, полученных без применения элементарного хлора, высококачественных видов бумаги и картона для печати и упаковки, современного ассортимента санитарно-гигиенических изделий, малотоннажных видов бумаги, востребованных на внешнем и внутреннем рынках. Темпы

технологического обновления в российском лесопромышленном комплексе в несколько раз меньше по сравнению с таковыми, принятыми в мире, что является одним из главных препятствий для обеспечения конкурентоспособности отечественных лесотоваров и причиной утраты ими конкурентных преимуществ на мировом рынке [2].

При прочих равных конкурентных условиях российский лесоперерабатывающий кластер имеет призрачные шансы на укрепление позиций на международном рынке.

Инновационный сценарий является единственно возможным для развития лесного комплекса, а сложившаяся ситуация требует внедрения инноваций быстрее конкурентов.

На начальном этапе инновационного цикла результаты интеллектуальной деятельности имеют низкий шанс стать реальными инновациями без инвестирования капитала. В условиях высоких экономических рисков отечественный предприниматель ориентирован на бизнес-проекты с гарантированной прибылью и малым сроком окупаемости, что в рамках лесного комплекса синонимично заготовке и вывозу необработанных лесоматериалов.

Сложившееся противоречие между реалиями и перспективами лесного комплекса может быть преодолено на основе стимулирования инновационной деятельности в компаниях с государственным участием, в частности высших учебных заведений. Перспективным вариантом формирования устойчивой связи этапов инновационного процесса от фундаментальных и прикладных исследований до промышленного производства является создание качественной развитой инфраструктуры для малых инновационных предприятий.

Термин «малое инновационное предприятие» (МИП) представляет собой синтез понятий «малое предприятие» и «инновационное предприятие». Первое понятие вытекает из критериев, установленных Федеральным законом от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [3].

Под инновационным предприятием понимается хозяйствующий субъект, осуществляющий предпринимательскую деятельность, связанную с разработкой, производством и поставкой инновационной продукции (товаров, услуг), для которого указанная продукция составляет основную часть (не менее 70 %) общего объема производства товаров (услуг) [4].

В последние годы понятие «малое инновационное предприятие» претерпело ряд изменений. Согласно «Стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 г.» под малыми иннова-

ционными компаниями понимаются компании, соответствующие законодательному определению малого предприятия, основным видом деятельности которых является инновационная деятельность – выполнение работ и (или) оказание услуг, направленных на создание и организацию производства принципиально новой или с новыми потребительскими свойствами продукции (товаров, работ, услуг); создание и применение новых или модернизацию существующих способов (технологий) ее производства, распространения и использования; применение структурных, финансово-экономических, кадровых, информационных и иных инноваций (нововведений) при выпуске и сбыте продукции (товаров, работ, услуг), обеспечивающих экономию затрат или создающих условия для такой экономии [5].

В постановлении правительства Москвы от 29.12.2009 № 1471-ПП малое инновационное предприятие определено как субъект малого предпринимательства, осуществляющий инновационную деятельность в научно-технической сфере, в том числе разработку и внедрение технических или технологических инноваций [6].

На этапе становления малый инновационный бизнес не имел под собой разработанной законодательной правовой основы. С начала 1990-х годов в России предпринимаются попытки поиска организационных форм инновационной деятельности. В 1990 г. появились первые технопарки, инициаторами создания которых являлись вузы без участия и поддержки государства. В это время была учреждена «Ассоциация научных и технологических парков высшей школы». Эти технопарки не имели развитой инфраструктуры, недвижимости, финансовой поддержки, а уровень правовой и экономической подготовки участвующих в первых проектах специалистов не соответствовал требованиям реальности. Как правило, технопарки создавались в качестве структурного подразделения вуза и не были реально действующими организациями, которые иницируют, создают и поддерживают малые инновационные предприятия. Технопарки России в подавляющем большинстве не выполняли функции инкубаторов, а ограждали находящиеся в них организации от агрессивной внешней среды. До настоящего времени в России сроки пребывания малых фирм в технопарке составляют в среднем 10 лет, в международной практике период становления – 2–3 года.

В 1993 г. Государственным комитетом по высшему образованию была принята программа поддержки малого предпринимательства и новых экономических структур в науке и научном обслуживании для высшей школы, в рамках которой к 1997 г. сформировано

12 крупных инновационных центров практически во всех регионах России. Было реализовано свыше тысячи конкретных научно-технических проектов, в которых участвовали более 100 университетов и других учреждений бывшего Госкомвуза, около 300 малых и средних инновационных предприятий и 50 технопарков. Начало формирования законодательной правовой базы можно связать с принятием в июне 1995 г. Федерального закона №88-ФЗ «О государственной поддержке малого предпринимательства в Российской Федерации», а 23 августа 1996 г. Федерального закона «О науке и научно-технической политике».

Можно сказать, что на этапе становления малый инновационный бизнес обеспечил себе прочное место в НИОКР, причем это практически сразу сопровождалось получением конкурентоспособной продукции и выводом ее сначала на внутренний, а затем и на внешний рынок. Однако дальнейшая эволюция российских малых предприятий, формирование которых началось на первых этапах реформ, пошла таким образом, что большинство из них включились в торговую и посредническую деятельность, и только небольшая часть осталась в сфере науки и инноваций. Если в 1995 г. было зарегистрировано почти 50 тыс. МИП, то к 2000 г. их количество едва превышало 30 тыс., а к 2002 г. составило около 23 тыс. Всего же в настоящее время среди малых предприятий доля предприятий инновационного типа составляет менее 10 % [7].

Первый технопарк в Российской Федерации был создан в 1990 г. – «Томский научно-технологический парк». Затем их образование резко ускорило: 1990 г. – 2 технопарка, 1991 г. – 8, 1992 г. – 24, 1993 г. – 43, 2002 г. – около 80 технопарков, преимущественно при вузах. Однако реально действующих в то время технопарков значительно меньше: так, в 2000 г. была проведена аккредитация, которую сумели пройти около 30 технопарков. И только чуть более десяти из них были признаны отвечающими международным стандартам. Оценка технопарков проводилась по таким критериям, как степень связи технопарка и университета, уровень вовлеченности студентов, число созданных и реализованных на промышленных предприятиях технологий, степень заинтересованности региона, промышленности и населения в работе технопарка, и по ряду других [8].

Ключевым шагом на пути становления МИП как самостоятельных хозяйствующих субъектов стало принятие 2 августа 2009 г. Федерального закона № 217-ФЗ, открывшего новые возможности для участников инновационных отношений. Указанный закон конкретизировал права и обязанности бюджетных научных учреждений и высших учебных заведений, являющихся бюджетными образовательными

учреждениями, и хозяйственных обществ (МИП). Вузы и научные учреждения получили право распоряжаться принадлежащими им исключительными правами на результаты интеллектуальной деятельности и быть учредителем МИП без согласия собственника имущества с уведомлением Министерства образования и науки Российской Федерации. При этом в качестве вклада в уставные капиталы создаваемых МИП могут быть внесены денежные средства, оборудование и иное имущество, находящиеся в оперативном управлении вуза.

Вуз вправе распоряжаться долями (акциями) в уставном капитале МИП, владельцем которых является вуз, только с предварительного согласия соответствующих собственников. Доходы от распоряжения долями (акциями) в уставных капиталах хозяйственных обществ, учредителем (участником) которых является вуз, а также часть прибыли хозяйственных обществ, полученная вузом (дивиденды), поступают в самостоятельное распоряжение вуза, направляются только на правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности, выплату вознаграждения их авторам, а также на осуществление уставной деятельности вуза.

Малые инновационные предприятия последовательно проходят этапы жизненного цикла: достартовый этап (идея – проект), стартап (от англ. start-up – запустить) и бизнес.

На каждом этапе жизненного цикла предприятие испытывает потребность в финансовых и иных ресурсах, причем характеристики отдельных этапов жизненного цикла позволяют определить на качественном уровне как объем необходимого финансирования, так и способности предприятия отвечать требованиям обладателей финансовых ресурсов.

Достартовый этап жизненного цикла предприятия включает появление идеи и непосредственное зарождение компании. Для малого инновационного предприятия данный этап связан с уточнением возможности коммерческого использования научно-технической идеи или научного результата с решением ряда организационно-правовых вопросов. На достартовом этапе наиболее эффективными источниками финансирования являются личные сбережения, прямая государственная поддержка, гранты, а также интеллектуальные ресурсы вузов или НИИ.

Стартап – это создание «пилотного» продукта и осуществление его пробных продаж. Предприятие не получает прибыль, но осуществляет значительные затраты на разработку коммерческой продукции и обеспечение выхода на рынок. Оптимальные источники финансирования – это бизнес-инкубаторы, технопарки и аналогичные структуры, способные предоставить косвенную финансовую и крайне востребованную на

данном этапе нефинансовую поддержку, частные инвесторы, прямая государственная поддержка.

Этап «бизнес» характеризуется ростом производства коммерческой продукции, необходимостью расширения масштабов деятельности, привлечения дополнительного персонала, потребностью в больших оборотных средствах. МИП начинает генерировать прибыль. Бизнес-инкубаторы, технопарки и аналогичные структуры теряют привлекательность, поскольку инновационные предприятия из них «вырастают».

Действующие в настоящее время нормативные акты в сфере инноваций позволяют конкретизировать цель создания МИП: коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности посредством использования инфраструктуры технопарков и финансовых предложений бизнес-инкубаторов.

Предусмотренные законодательством возможности развития малого инновационного предпринимательства могут быть реализованы и в лесном комплексе. На конец 2011 г. в России число малых инновационных предприятий в сфере обработки древесины и производства изделий из дерева, а также целлюлозно-бумажного производства составляло более полутора тысяч из 34,4 тыс. малых предприятий лесного комплекса. Объем инновационных товаров, работ, услуг МИП лесного комплекса составляет немногим более 1 млрд руб., что составляет 1,2 % товарооборота только малых предприятий лесного комплекса России [9].

В Свердловской области на сегодняшний день, по данным Ассоциации технопарков Свердловской области, зарегистрировано 7 МИП, являющихся резидентами Уральского лесного технопарка [10].

Сдерживающими факторами развития МИП в рамках реализации Федерального закона № 217-ФЗ являются:

недостаточный потенциал коммерциализации большинства имеющихся в вузах результатов интеллектуальной деятельности;

слабая заинтересованность предприятий бизнес-сообщества.

Главной причиной сдерживания устойчивого роста числа МИП в лесном комплексе Свердловской области является отсутствие развитой инновационной инфраструктуры, отвечающей требованиям законодательства.

Для роста инвестиционной привлекательности лесного комплекса необходимо массовое генерирование инновационных проектов, реализуемых МИП на базе инфраструктуры технопарков, с использованием финансовых ресурсов и юридической поддержки бизнес-инкубаторов.

Развитая нормативная база, совместные усилия бизнес-структур, научных и образовательных учреждений, а также поддержка государства являются залогом достижения цели создания МИП, а именно перехода в категорию самостоятельных хозяйствующих субъектов, способных функционировать вне инфраструктуры технопарков.

Создание территориальных лесопромышленных кластеров, основанных на взаимодействии всех основных участников инновационного процесса – малых, средних и крупных предприятий, высших учебных заведений и других организаций, – обеспечит повышение конкурентоспособности России на мировом рынке в условиях участия в ВТО.

Библиографический список

1. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2013 год и плановый период 2014–2015 годов (разработан Минэкономразвития России).
2. Приказ Минпромторга РФ № 248, Минсельхоза РФ № 482 от 31.10.2008 «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года».
3. Федеральный закон от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».
4. Модельный закон от 16.11.2006 «Об инновационной деятельности» № 27–16.
5. Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года (утв. Межведомственной комиссией по научно-инновационной политике (протокол от 15.02.2006 № 1).
6. Постановление правительства Москвы от 29.12.2009 № 1471-ПП «О мерах по поддержке субъектов малого и среднего предпринимательства в инновационной сфере в городе Москве на 2010–2012 гг.».
7. Моргунов Е.В., Пазова А.А. Направления развития и поддержки малого инновационного предпринимательства в России // Вестник университета (ГУУ). М: Изд-во ГУУ, 2009. № 19. С.168–174.
8. <http://raexpert.ru/researches/technopark/part3> (Рейтинговое агентство «Эксперт РА» – рейтинги, исследования, обзоры, конференции).
9. Малое и среднее предпринимательство в России: статист. сб. / Фед. служба гос. статистики. М.: Росстат, 2012. 185 с.
10. <http://at-so.ru/oblast> (НП «Ассоциация технопарков Свердловской области»).

УДК 674.07

*М.В. Газеев, И.В. Жданова
(M.V. Gazeev, I.V. Zhdanov)
УГЛТУ, Екатеринбург*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ, ОБРАЗОВАННОГО ВД-АК ЛКМ НА ДРЕВЕСИНЕ
ПОД ВЛИЯНИЕМ ИОНИЗИРОВАННОГО ВОЗДУХА
(THE RESEARCH OF CHEMICAL COMPOSITION OF THE PAINT COATING FORMED
BY THE WATER AND DISPERSION VARNISH ON WOOD UNDER THE INFLUENCE
OF THE AEROIONIZATION)**

Проведены испытания по отверждению лакокрасочных покрытий на основе водно-дисперсионных акриловых лакокрасочных материалов на древесине. Отверждение покрытий производилось в естественных условиях ($t = 20 \pm 2$ °C и $W = 60 \pm 5$ %) и с использованием аэроионизации. Проведенная инфракрасная спектроскопия показала улучшение физико-механических показателей покрытий.

Tests were carried out on the solidification of paint and varnish coatings on the basis of water acrylic paint on wood. Solidification of coatings produced in natural conditions ($t = 20 \pm 2$ °C and $W = 60 \pm 5$ %) and with the use of Air Ionization. Conducted by IR-spectroscopy confirmed the improvement of physical-mechanical properties of coatings.

Воздух представляет собой газовую смесь, состоящую из растворенных друг в друге азота (78 %), кислорода (21 %), благородных газов (≈ 1 %), диоксида углерода, паров воды и некоторых примесей [1]. Большинство молекул воздуха электрически нейтральны, однако влиянием различных факторов (высоких температур, ультрафиолетовых и космических лучей, грозových разрядов и т.д.) часть молекул может отдавать или приобретать электроны, превращаясь в положительно или отрицательно заряженные ионы. Этот процесс получил название ионизации [2, 3]. Ионизация молекул требует затрат дополнительной внешней энергии, величина которой зависит от строения и свойств атомов или молекул каждого соединения [1].

Из всех газов, составляющих воздух, кислород является наиболее электроотрицательным (обладает преимуществом по отношению к захвату электрона) и имеет минимальную энергию ионизации (1164 кДж/моль по сравнению с азотом (1503 кДж/моль), так как в молекуле азота верхняя занятая орбиталь является связывающей, а у кислорода – разрыхляющей), поэтому легче отдает электроны.

Положительные и отрицательные ионы кислорода воздуха А.Л. Чижевский назвал «аэроионами» [1, 4].

Ионизация газовых молекул в естественных условиях обусловлена влиянием энергии космических и солнечных лучей, грозových разрядов, находящихся в земле естественных радиоактивных веществ и т.д. Кроме естественной ионизации, существует несколько способов искусственного получения заряженных частиц: термоэлектронная, ультрафиолетовая, радио-

изотопная, гидроионизация, электроэффлювиальная. Последняя широко применяется в настоящее время в медицине, сельском хозяйстве, быту, производственных условиях, общественных помещениях, так как имеет ряд преимуществ [2, 3]:

- позволяет варьировать объем ионизированной зоны воздушного пространства изменением режимных параметров и размеров оборудования (что, например, невозможно при гидроионизации и термоэлектронной аэроионизации);
- не требует применения сложной дорогостоящей техники, больших энергетических затрат;
- является наиболее безопасной для человека из всех существующих методов.

В основе метода электроэффлювиальной ионизации лежит физика коронного разряда. Коронный разряд – это вид самостоятельного газового разряда, который возникает при сравнительно высоких давлениях газа (порядка атмосферного) в сильно неоднородном электрическом поле. Такое поле можно получить между двумя электродами, поверхность одного из которых обладает большой кривизной (тонкая проволочка, острие). Роль второго могут играть окружающие заземленные электроды [2].

На кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета исследуется влияние электроэффлювиальной ионизации на процессы отверждения лакокрасочных покрытий, сформированных на древесине. Для этого применяется специальная аэроионизационная электроэффлювиальная установка (АЭЭУ), представленная на рис. 1 [5, 6].

Отверждение лакокрасочных покрытий (ЛКП), образованных водно-дисперсионными акриловыми ЛКМ на древесине, представляет собой сложную физико-химическую реакцию. В процессе отверждения происходит испарение воды с последующим протеканием реакции полимеризации, в результате образуется твердое полимерное покрытие. АЭЭУ позволяет интенсифицировать отверждение ЛКП по радикальной окислительной полимеризации. Длительность отверждения покрытий в сравнении с естественными условиями снижается в 1,5–2 раза, а также повышаются физико-механические показатели покрытий [5].

Целью работы является исследование химического состава лакокрасочных веществ, а также изменений состава, происходящих в процессе отверждения лакокрасочных покрытий.

При проведении эксперимента в качестве материала исследований использовался (ВД-АК ЛКМ) акриловый водно-дисперсионный лак «ЭКОЛАК» («ЭмЛак Урал», Екатеринбург). Лакокрасочные покрытия формировались на подложках из древесины хвойных пород. Отверждение производилось под излучателем АЭЭУ и в естественных условиях при следующих режимных параметрах: расход лака 120 г/м^2 , температура воздуха $t=20\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, влажность воздуха $W=60\pm 5 \%$, напряжение на АЭЭУ $U=24 \text{ кВ}$. Время пленкообразования фиксировалось по ГОСТ 19007-73.

Для определения химического состава лакокрасочного материала и отвержденного на древесине лакокрасочного покрытия проводилась инфракрасная (ИК) спектроскопия. Испытания провели на приборе ИК-Фурье спектрометр Nicolet 6700 в Уральском

государственном университете (УрГУ). Твердые лакокрасочные покрытия предварительно срезались с деревянных подложек и измельчались в ступке, их ИК-спектры были получены с использованием вазелинового масла.

В результате анализа ИК-спектров веществ (рис. 2) можно сделать вывод, что химический состав ВД-АК ЛКМ в процессе отверждения меняется. ИК-спектр покрытия, полученного в естественных условиях, имеет сходное строение с ИК-спектром покрытия, полученного под действием АЭЭУ. Однако некоторые характеристические полосы поглощения свидетельствуют о наличии существенных различий.

Так, полоса поглощения в области $3600\text{--}3000 \text{ см}^{-1}$ является характерической для полимерных соединений [7], характеризует наличие ОН-группы, связанной межмолекулярной водородной связью. Полоса в области $3000\text{--}2800 \text{ см}^{-1}$ характеризует наличие групп $-\text{CH}_3$ и $=\text{CH}_2$, интенсивность полосы зависит от количества этих групп в молекуле полимера.

Наличие сильной полосы поглощения $1735\text{--}1732 \text{ см}^{-1}$ в спектре жидкого лака [8; 9] подтверждает наличие карбоксильных групп; полоса средней интенсивности в спектрах твердого ЛКП свидетельствует о снижении количества карбоксильных групп $-\text{C}=\text{O}$ в результате их химического взаимодействия с целлюлозой древесины. Полоса поглощения ИК-спектра покрытия, отвержденного с использованием АЭЭУ, имеет большую интенсивность, что объясняет лучшую адгезию покрытия к древесной подложке.

Полоса поглощения $1651\text{--}1646 \text{ см}^{-1}$ в спектре твердых покрытий [10] показывает наличие сопряженных двойных связей в углеродном скелете, которые в ходе дальнейшей полимеризации частично раскрываются. Образование сопряженных двойных связей происходит в результате изомеризации, при этом двойные связи раскрываются в одних местах и формируются в других. На рис. 2 видно, что процент поглощения в ИК-спектре покрытия, полученного в АЭЭУ, выше. Следовательно, полимеризация протекает глубже, а прочность покрытия увеличивается. Отсутствие полосы в спектре жидкого ЛКМ свидетельствует о протекании реакции полимеризации в процессе отверждения покрытий.

Полосы поглощений в областях 1463 , 1452 и $1386\text{--}1303 \text{ см}^{-1}$, характеризующие колебания групп $=\text{CH}_2$, $-\text{CH}_3$ и $-\text{CH}$, свойственны насыщенным и ненасыщенным алифатическим углеводородам [10].

Полоса поглощения 1240 см^{-1} в спектре соответствует колебанию группы $=\text{C}-\text{O}-$ и характерна для сложных эфиров и кислот.

Полосы поглощений в областях 1272 , 1155 и $895\text{--}890 \text{ см}^{-1}$ характеризуют колебания карбоксильных

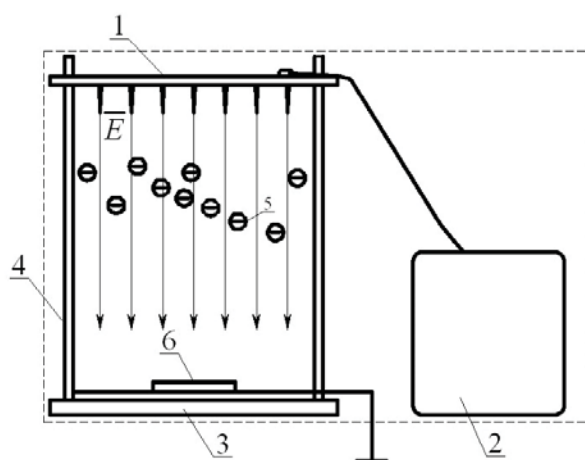


Рис. 1. Электроэфлювиальное аэроионизационное устройство

1 – электроэфлювиальный излучатель; 2 – высоковольтный генератор; 3 – основание; 4 – стойки; 5 – АФК; 6 – подложка с ЛКП

групп $-\text{COOH}$, свойственных полимерным материалам.

Полоса 1165 см^{-1} является характерной полосой поглощения для акрилатов, проявляется в спектре жидких ЛКМ.

Полосы поглощений в областях $1080\text{--}1027$, 991 , $844\text{--}760$ и 703 см^{-1} показывают деформационные колебания групп $-\text{CH}$, а сильная полоса в районе 722 см^{-1} используется для обнаружения полимерной цепи.

По полученным ИК-спектрам можно сделать вывод, что химический состав жидкого акрилового лака отличается от состава твердых покрытий.

В процессе отверждения ЛКП последовательно происходит реакция изомеризации с образованием сопряженных двойных связей в углеродном скелете и стадия дальнейшей полимеризации, в результате которой двойные связи раскрываются и образуются пространственно сшитая молекула полимера. ИК-спектр покрытий, полученных под действием АЭЭУ, иллюстрирует более глубокую степень полимеризации, что подтверждает увеличение твердости. Под действием АЭЭУ в покрытии образуется большее число карбоксильных связей с целлюлозой древесины и, как следствие, улучшается адгезия с древесной подложкой.

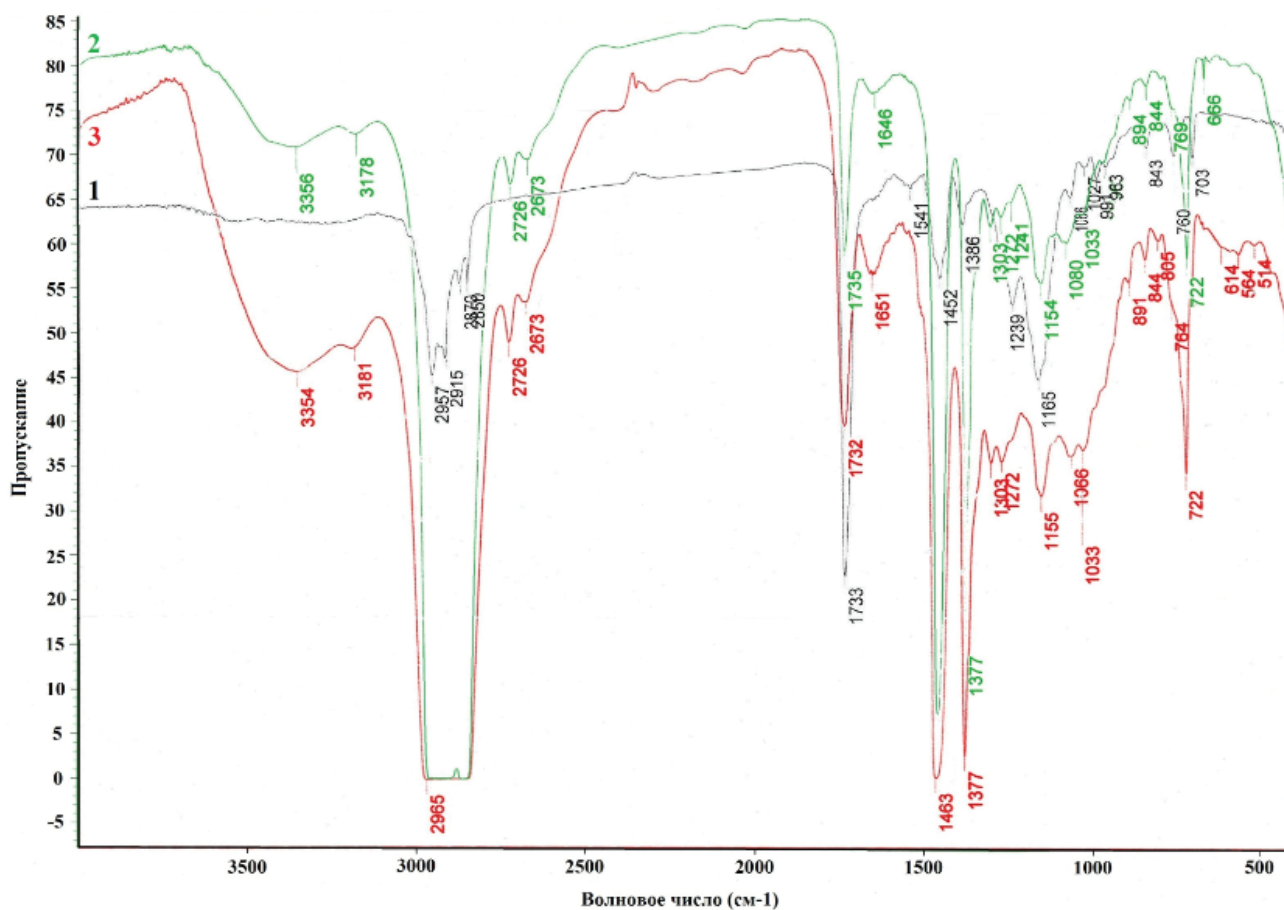


Рис. 2. ИК-спектры веществ: 1 (черный) – жидкий ЛКМ; 2 (зеленый) – ЛКП, отвержденное в естественных условиях; 3 (красный) – ЛКП, отвержденное при помощи АЭЭУ

Библиографический список

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2005. 743 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов в 5 т. Т. III: Электричество. М.: МФТИ, 2004. 656 с.
3. Скипетров В.П., Беспалов Н.Н., Зорькина А.В. Феномен «живого» воздуха: моногр. Саранск: СВМО, 2003. 93 с.
4. Чижевский А.Л. Аэроионы и жизнь. Беседы с Циолковским. М.: Мысль, 1999. 716 с.

5. Газеев М.В., Жданова И.В., Тихонова Е.В. Инновационный подход к отверждению лакокрасочных покрытий на древесине // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: матер. междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 50-летию кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ. Кострома: Изд-во КГТУ, 2012. С.62–63.
6. Газеев М.В., Жданова И.В., Старцев А.В. Аэроионизационный способ отверждения лакокрасочных покрытий, образованных водными лаками // Деревообраб. пром-сть. 2007. № 6. С.17–19.
7. Идентификация органических соединений: учеб. пособие по органической химии / под ред. Н.А. Анисимовой. Горно-Алтайск: Горно-Алт. гос. ун-т, 2009. 118 с.
8. Кросс А.Д. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. М.: Изд-во ин. лит-ры, 1961. 112 с.
9. Охрименко И.С., Верхованцев В.В. Химия и технология пленкообразующих веществ. М.: Химия, 1978. 392 с.: ил.
10. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул / пер. с англ. В.М. Акимова, Ю.А. Пентина, Э.Г. Тетерина. М.: Изд-во ин. лит-ры, 1957. 358 с.

УДК 674.023

В.В. Глебов, И.Т. Глебов
(*V. V. Glebov, I. T. Glebov*)
УГЛТУ, Екатеринбург

ОБРАБОТКА КРОМОК ФАНЕРЫ РЕЗАНИЕМ (PROCESSING OF EDGES OF PLYWOOD BY CUTTING)

Экспериментальным путем получены зависимости сил резания при строгании кромок фанеры от толщины и ширины срезаемого слоя, угла перерезания волокон древесины лицевого слоя фанеры, а также глубины неровностей обработанной поверхности от толщины срезаемого слоя. Неожиданный результат: величина силы резания не прямо пропорциональна ширине срезаемого слоя, а максимальная величина силы резания наблюдается при угле перерезания волокон древесины лицевого слоя 45°.

Dependences of forces of cutting are experimentally received when planing edges of plywood from thickness and width of a cut-off layer, a corner of cutting of fibers of wood of a front layer of plywood, and also depth of roughnesses of the processed surface from thickness of a cut-off layer. Unexpected result: the size of force of cutting isn't directly proportional to width of a cut-off layer, and the maximum size of force of cutting is observed at coal of cutting of fibers of wood of a front layer 45°.

Фанера широко используется в строительстве, производстве мебели, машиностроении и других отраслях, при этом исследовательских работ по механической обработке кромок фанеры резанием нет. В предлагаемой статье приводится обзор результатов исследований, выполненных В.В. Глебовым при подготовке им магистерской диссертации.

Фанера – материал, полученный при склеивании под давлением 1,8–2,2 МПа нескольких слоев лучшего шпона с ориентированием волокон древесины в смежных слоях под 90° [1].

Особенности обработки фанеры. Кромки листа фанеры по отношению к волокнам древесины лицевого слоя можно назвать продольными, если они параллельны направлению волокон, или поперечными, если они перпендикулярны направлению волокон древесины. Для продольной кромки продольных

слоев шпона на единицу больше, чем поперечных, и для поперечной кромки фанеры поперечных слоев шпона на единицу больше, чем продольных.

Таким образом, сопротивление при резании кромок фанеры можно рассматривать как сумму сопротивлений перерезанию волокон уплотненной древесины в продольных и поперечных слоях и сопротивлений перерезанию клеевых пленок.

Учет изменения плотности слоев фанеры. Для расчета силы резания можно найти значение удельной силы резания для массивной древесины заданной породы. Так как плотность фанеры превышает плотность массивной древесины в среднем на 18–20%, находим значение поправочного коэффициента, учитывающего изменение плотности фанеры. Изменение удельной силы резания $F_{уд}$ в зависимости от плотности древесины ρ различных пород для главных видов

резания графически показано в работе Е.Г. Ивановского [2, с. 80, рис. 7.15]. Покажем на оси абсцисс вместо названий пород древесины их конкретное значение плотности при влажности 12%. Получим графики, пригодные для практического использования (рис. 1).

Линии тренда графиков можно описать следующими уравнениями, МПа:

– для продольного резания

$$F_{y\partial //} = 18,946 + 3,0536\rho; \quad (1)$$

– для торцового резания

$$F_{y\partial \perp} = 38,429 + 5,0714\rho, \quad (2)$$

где ρ – плотность массивной древесины, кг/м³, при влажности 12%.

Поправочный коэффициент $\alpha_{n\perp}$, учитывающий изменение удельной силы резания от плотности фанеры для продольных слоев, можно найти так:

$$\alpha_{n //} = \frac{18,946 + 3,0536 \cdot 1,2\rho}{18,946 + 3,0536\rho}. \quad (3)$$

Для древесины березы с плотностью $\rho = 630$ кг/м³ поправочный коэффициент $\alpha_{n //} = 1,198$. Для поперечных слоев фанеры $\alpha_{n \perp} = 1,198$.

Тогда для расчета средней силы резания при строгании кромок фанеры можно воспользоваться формулами для массивной древесины и силу резания найти так, Н:

$$F_{x y\partial} = a_n a_{ce} [a_{n //} (\alpha_{p //} + k_{//} a) b_{cn //} + a_{n \perp} (\alpha_{p \perp} + k_{\perp} a) b_{cn \perp}], \quad (4)$$

где a_n – коэффициент, учитывающий породу древесины, из которой сделана фанера;

a_{ce} – коэффициент, учитывающий перерезание пленок связующего, $a_{ce} = 1,07 \dots 1,25$ (для тонкой фанеры следует принимать большее значение a_{ce});

$a_{n \perp}$, $a_{n //}$ – коэффициенты, учитывающие изменение удельной силы резания при уплотнении поперечных и продольных слоев фанеры.

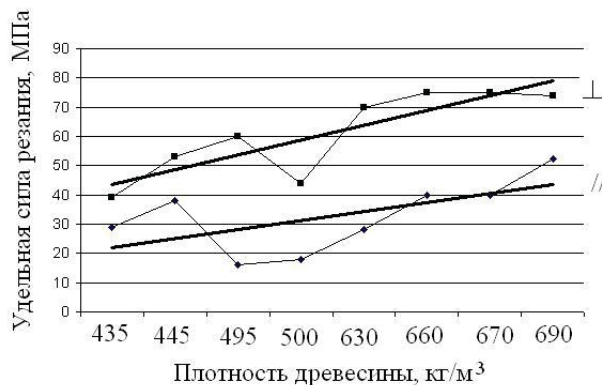


Рис. 1. Графики зависимости удельной силы резания от плотности массивной древесины при продольном // и торцовом ⊥ резании

Сравнивая расчетные данные по предлагаемому методу с экспериментальными, можно сделать вывод об удовлетворительной сходимости полученных результатов. Предлагаемый расчетный метод можно рекомендовать для решения практических задач.

Зависимость силы резания от толщины срезаемого слоя. Результаты экспериментальных исследований показаны на рис. 2.

Из графика следует, что касательная сила резания имеет прямолинейную зависимость в диапазоне макросрезаемых слоев и параболическую зависимость в диапазоне микросрезаемых слоев. Доказано, что граница между макро- и микросрезаемыми слоями равна 0,07 мм. При резании массивной древесины эта граница установлена А.Л. Бершадским и равна 0,1 мм [3].

Доказано также, что с увеличением толщины срезаемого слоя нормальная сила резания при строгании фанеры убывает по величине.

Влияние ширины срезаемого слоя. В теории резания массивной древесины принято считать, что с изменением ширины срезаемого слоя силы резания изменяются прямо пропорционально [4]. Конечно, если судить строго, то такой пропорциональной зависимости не должно быть, так как годовые кольца в древесине имеют различную ширину, а в пределах годовых колец зоны ранней невызревшей древесины и поздней вызревшей древесины тоже имеют различные размеры.

В конструкции фанеры тоже можно выделить слои с неодинаковыми свойствами: в нечетных слоях продольных кромок листы шпона расположены относительно волокон древесины продольно, а в четных – поперечно; фанера склеена из листов шпона различной толщины, например 3-слойная фанера из листов шпона толщиной 1,50 мм, 5-слойная – 1,14 мм, 7-слойная – из листов шпона толщиной 1,14–1,49–2,2–1,49–2,2–1,49–1,14 мм и т.д.

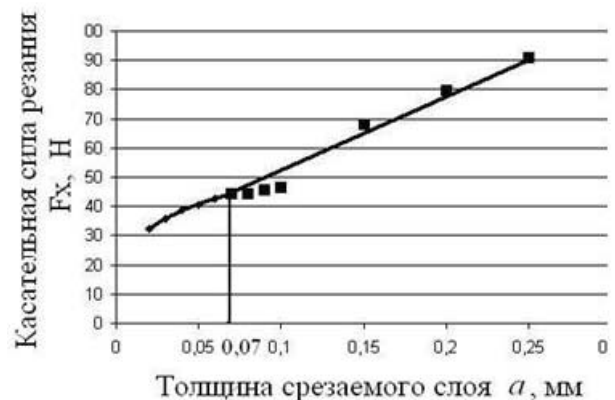


Рис. 2. Зависимость касательной силы резания от толщины срезаемого слоя при строгании поперечных кромок фанеры

При резании фанеры условия перерезания волокон древесины в слоях различны и силы резания непропорциональны ширине срезаемого слоя. О пропорциональной зависимости можно говорить только в пределах одного слоя фанеры.

Однако при резании фанеры можно выделить одно направление, при котором во всех слоях фанеры углы перерезания волокон древесины одинаковы и равны 45°. Правда, листы шпона в фанере могут быть расположены так, что в одних из них резание будет по слою, а в других – против слоя. И все-таки, если боковая кромка фанеры расположена под углом 45° к направлению волокон наружных поверхностей, то для этого направления можно ожидать, что сила резания будет прямо пропорциональна ширине срезаемого слоя.

Для проверки этого предположения были подготовлены образцы из листов фанеры толщиной 4; 6; 9 мм с направлением волокон наружных слоев под углом 45° к кромке.

Полученные результаты для касательной силы резания, H , можно описать следующими уравнениями:

– для фанеры толщиной $t = 4$ мм

$$F_x = 15,5 + 106,23a = (3,875 + 26,5575a)4; \quad (5)$$

– для фанеры толщиной $t = 6$ мм

$$F_x = 34,8 + 231,22a = (5,8 + 38,54a)6; \quad (6)$$

– для фанеры толщиной $t = 9$ мм

$$F_x = 57,436 + 447,27a = (6,38 + 49,70a)9. \quad (7)$$

Выражения в скобках равны единичной силе, т.е. силе при ширине срезаемого слоя 1 мм. Единичные силы уравнений не равны, следовательно, касательная сила резания при увеличении ширины строгаемой кромки фанеры изменяется не прямо пропорционально.

На рис. 3 показан график зависимости касательной силы резания от толщины строгаемой фанеры.

Из рисунка следует, что изменение касательной силы резания от толщины фанеры можно описать уравнениями прямых линий:

– при $a = 0,07$ мм

$$F_x = -29,32 + 13,045t; \quad (8)$$

– при $a = 0,10$ мм

$$F_x = -27,595 + 14,089t;$$

– при $a = 0,15$ мм

$$F_x = -54,28 + 20,95t;$$

– при $a = 0,20$ мм

$$F_x = -45,57 + 20,825t.$$

Уравнения (8) запишем в общем виде

$$F_x = p_a + k_a t, \quad (9)$$

где t – толщина фанеры, мм;

p_a – коэффициент, зависящий от толщины срезаемого слоя a :

a , мм	0,07	0,10	0,15	0,20
p_a	-29,32	-27,595	-54,28	-45,57

Построив график, получим уравнение линии тренда этой зависимости: $p_a = -22,161 \ln(a) - 86,109$;

k_a – коэффициент, зависящий от значений a , из (8)
 $k_a = 8,3212 + 68,508a$.

Из уравнения (9) получим зависимость касательной силы резания от толщины срезаемого слоя a и толщины фанеры (ширины строгаемой кромки t):

$$F_x = (8,3212 + 68,508a)t - (22,161 \ln(a) + 89,109). \quad (10)$$

Таким образом, с увеличением ширины строгаемой кромки фанеры касательная сила резания увеличивается, но не прямо пропорционально ширине строгаемой кромки.

Влияние угла перерезания волокон древесины лицевого слоя. Исследование выполнялось с целью выявления зависимости касательной и нормальной сил резания при строгании кромок фанеры от направления волокон древесины, выходящих на обрабатываемую кромку различной ширины.

Исследования выполнялись при следующих режимах резания. Скорость главного движения $V = 0,035$ м/с, угол резания ножа $\delta = 55^\circ$, толщина срезаемого слоя a 0,07; 0,1; 0,15; 0,2 мм. Ширина строгаемой кромки по отношению к волокнам древесины лицевого слоя и b 4; 6; 9 мм при изучении влияния ширины строгаемой кромки. Радиус закругления режущей кромки ножа $\rho_0 = 15$ мкм.

Исследуемые кромки образцов расположены по отношению волокон древесины наружных слоев фанеры под углами 0° ; 30° ; 45° ; 60° ; 90° . У образца 0° длинная

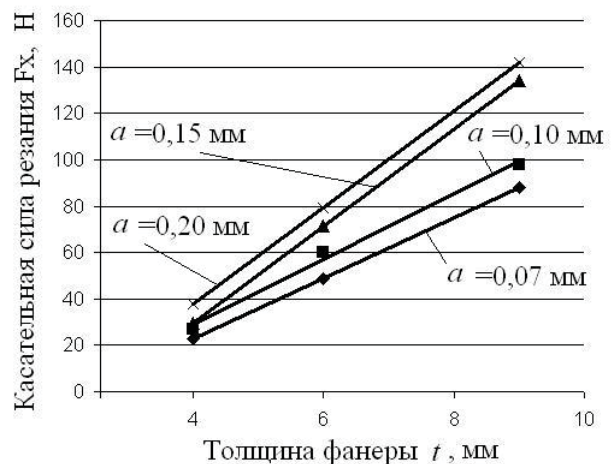


Рис. 3. Зависимость касательной силы резания от толщины фанеры при различных значениях толщины срезаемого слоя a при строгании кромок

кромка расположена параллельно направлению волокон наружного слоя фанеры. При выполнении экспериментов обрабатывались длинные кромки образцов.

Зависимость касательной силы резания от угла перерезания волокон древесины наружных слоев листа фанеры показана на рис. 4.

Максимального значения касательная сила резания достигает при угле перерезания волокон древесины 45° . С учетом того, что фанера склеена из листов шпона при взаимно перпендикулярном расположении волокон древесины в смежных листах, становится ясно, что для данного случая во всех слоях фанеры (наружных и внутренних) угол перерезания волокон древесины равен 45° .

При угле перерезания волокон 60° касательная сила резания стала меньше, так как в нечетных 1-м; 3-м; 5-м слоях угол перерезания равен 60° , а в четных внутренних слоях 2 и 4 угол перерезания равен 30° . Чем меньше угол перерезания волокон, тем меньше значение касательной силы резания.

При строгании образцов с углом перерезания волокон 30° в трех нечетных слоях угол перерезания равен 30° , а в четных внутренних слоях 2 и 4 угол перерезания равен 60° .

Минимальное значение касательная сила резания получает при угле перерезания на кромке 0° и 90° . В этом случае угол перерезания волокон в четных внутренних слоях равен соответственно 90° и 0° .

Из рисунка видно, что линии графиков проходят в узком наклонном канале и силы резания отличаются для соответствующих толщин срезаемых слоев примерно на 4 Н. В связи с этим можно использовать в практических расчетах максимальные значения силы резания для угла перерезания волокон 45° и рассчитывать их по уравнению, Н:

$$F_x = p_b + k_b a = 34,8 + 231,22a, \quad (11)$$

где p_b – фиктивная сила резания при ширине строгания b , Н;

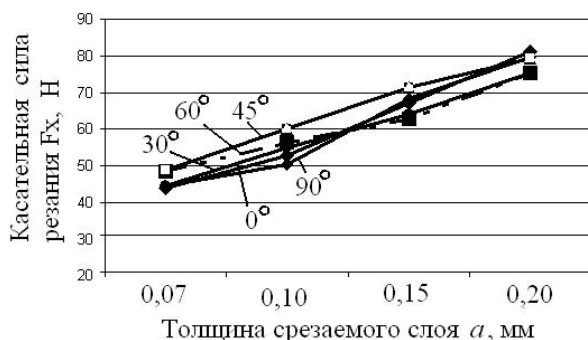


Рис. 4. Зависимость касательной силы резания при строгании кромок фанеры от толщины срезаемого слоя при различных углах перерезания волокон древесины наружных слоев фанеры

k_b – касательное сопротивление срезаемого слоя по передней поверхности ножа при ширине строгания b , Н/мм;

a – толщина срезаемого слоя при строгании, мм.

Изменение нормальной силы резания от угла перерезания волокон имеет такую же закономерность, что и для касательной силы резания. Максимальное значение нормальной силы резания наблюдается при угле перерезания волокон 45° , минимальное – при 0° .

Шероховатость строганных кромок фанеры. Высоту микронеровностей измеряли на микроскопе МИС-11 при увеличении объектива $N=10,6$.

Наблюдения микронеровностей поверхности кромок фанеры показали, что их величина в пределах одной кромки отличается для продольных и поперечных слоев. Продольные слои образуют гладкую поверхность. По поперечным слоям выполняется торцовое резание и на обработанной поверхности наблюдаются вырывы волокон древесины. При срезаии тонких слоев эти вырывы неглубокие. С увеличением толщины срезаемого слоя глубина вырывов растет [5].

Таким образом, можно утверждать, что шероховатость обработанной поверхности кромок фанеры определяется глубиной вырывов волокон древесины в пределах поперечных слоев фанеры.

Такая закономерность согласуется с общими представлениями о продольном и торцовом резании массивной древесины. С ростом значений толщины срезаемого слоя высота микронеровностей увеличивается линейно.

Доказано, что максимальная глубина микронеровностей строганных поверхностей кромок фанеры наблюдается при угле перерезания волокон древесины лицевого слоя 45° . В этом случае получается однородная поверхность, у которой волокна древесины во всех слоях фанеры перерезаны под одинаковым углом 45° . Минимальная глубина неровностей получилась при угле перерезания волокон древесины лицевого слоя 60° . В этом случае продольные слои фанеры перерезаны под углом 60° , а поперечные слои фанеры – под углом 30° . С увеличением толщины срезаемого слоя глубина микронеровностей увеличивается.

На основании статьи, подготовленной по результатам выполненной диссертационной работы по строганию кромок фанеры, сделаны следующие выводы.

1. Разработан метод расчета касательной силы резания при обработке кромок фанеры. При этом сила резания находится как сумма трех частей: силы резания продольных слоев фанеры (как упрессованного массива), силы резания поперечных слоев фанеры,

силы резания клеевых пленок. Для расчета предложена формула (4).

2. Экспериментально доказано, что при обработке кромок фанеры резанием сила резания изменяется по тем же законам, что и при резании массивной древесины: в диапазоне тонких срезаемых слоев – по закону параболы и при срезании толстых срезаемых слоев – по закону прямой линии. При этом доказано, что граничное значение между тонкими и толстыми слоями равно $a = 0,07$ мм.

3. Доказано, что сила резания не пропорциональна ширине срезаемого слоя (толщине фанеры l). Зависимость эту можно описать уравнением (10).

4. Сила резания имеет максимальное значение при угле перерезания волокон древесины лицевого слоя 45° , минимальное значение – при углах 0° и 90° .

5. Максимальная глубина неровностей получается при угле перерезания волокон древесины лицевого слоя под углом 45° .

Библиографический список

1. Глебов И.Т., Глебов В.В. Оборудование для производства и обработки фанеры. СПб: Изд-во «Лань», 2013. 352 с.
2. Ивановский Е.Г. Резание древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1975. 200 с.
3. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Высшейш. шк., 1975. 304 с.
4. Глебов И.Т. Резание древесины. СПб: Изд-во «Лань», 2010. 256 с.
5. Глебов И.Т. Обработка древесины методом фрезерования. Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 192 с.

УДК 674.0:628.5

А.Ю. Завьялов, В.Н. Старжинский
(*A.J. Zavyalov, V.N. Starjinskiyi*)
УГЛТУ, Екатеринбург

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ РАБОТЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ (ULTRASONIC WAVES OF WOODWORKING EQUIPMENT)

Освещаются результаты эксперимента по определению уровней воздушного ультразвука на рабочих местах деревообрабатывающих станков. Также рассматривается эффективность изоляции от воздушного ультразвука сотового поликарбоната и органического стекла.

The results of experiment to define ultrasonic air levels of woodworking equipment workplace published in article. Also published the efficiency of insulation of cellular polycarbonate and plexiglass against air ultrasonic waves.

Как известно, в деревообрабатывающей промышленности серьезной проблемой является высокий уровень шума. Решению данного вопроса посвящено множество исследований. Но в большей степени они охватывают слышимый человеком диапазон шума, регламентируемый ГОСТ 12.1.003-83. Ультразвуку, о существовании которого известно давно, уделяется гораздо меньше внимания.

В наше время ультразвук широко применяется в науке и технике. Так, по скорости распространения звука в среде судят о её физических характеристиках. Измерения скорости на ультразвуковых частотах позволяет с весьма малыми погрешностями определять, например, адиабатические характеристики быстропротекающих процессов, значения удельной теплоёмкости газов, упругие постоянные твёрдых тел [1].

При всех достоинствах ультразвука нужно не забывать о том вредном влиянии, которое он оказывает на организм человека.

При длительной работе с низкочастотными ультразвуковыми установками, генерирующими шум и ультразвук, превышающие установленные предельно допустимые уровни, могут произойти функциональные изменения центральной и периферической нервной системы, нарушения в работе слухового и вестибулярного аппарата, сердечно-сосудистой системы (утомление, головные боли, бессонница ночью и сонливость днем, повышенная чувствительность к звукам, раздражительность, понижение кровяного давления, снижение остроты слуха и т.п.).

По сравнению с высокочастотным шумом ультразвук значительно слабее влияет на слуховую функцию, но вызывает более выраженные отклонения

от нормы вестибулярной функции, болевой чувствительности и терморегуляции. То, что ультразвук воздействует на разные органы и системы человека не только через слуховой аппарат, подтверждается неблагоприятным его действием на глухонемых [2].

До настоящего времени изучение ультразвука происходило большей частью в лабораториях с дорогостоящим оборудованием. Это послужило причиной практически полного отсутствия данных об уровнях воздушного ультразвука на рабочих местах в деревообрабатывающей промышленности. С появлением приборов с необходимой функциональностью изучение ультразвука стало более доступным.

На кафедре охраны труда Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ) были проведены измерения уровней воздушного ультразвука на рабочих местах деревообрабатывающих станков.

Во время эксперимента для замеров применялся шумомер Экофизика-110А с возможностью измерения воздушного ультразвука в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 кГц.

Измерения воздушного ультразвука проводились согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 на рабочих местах фуговального (СФА3-1), рейсмусового (СР8-4) и круглопильного (Ц5-1А) станков столярного цеха [3].

С целью уменьшения случайных погрешностей эксперимента применялось равномерное дублирование опытов. Каждое измерение повторялось 5 раз.

В качестве обрабатываемого пиломатериала во время проведения измерений использовалась сосна влажностью 10–12% и сечением 25 × 100 мм.

В данной работе указаны результаты измерений рабочего хода станков во время обработки пиломатериала, так как при холостом ходе уровни ультразвукового давления существенно ниже.

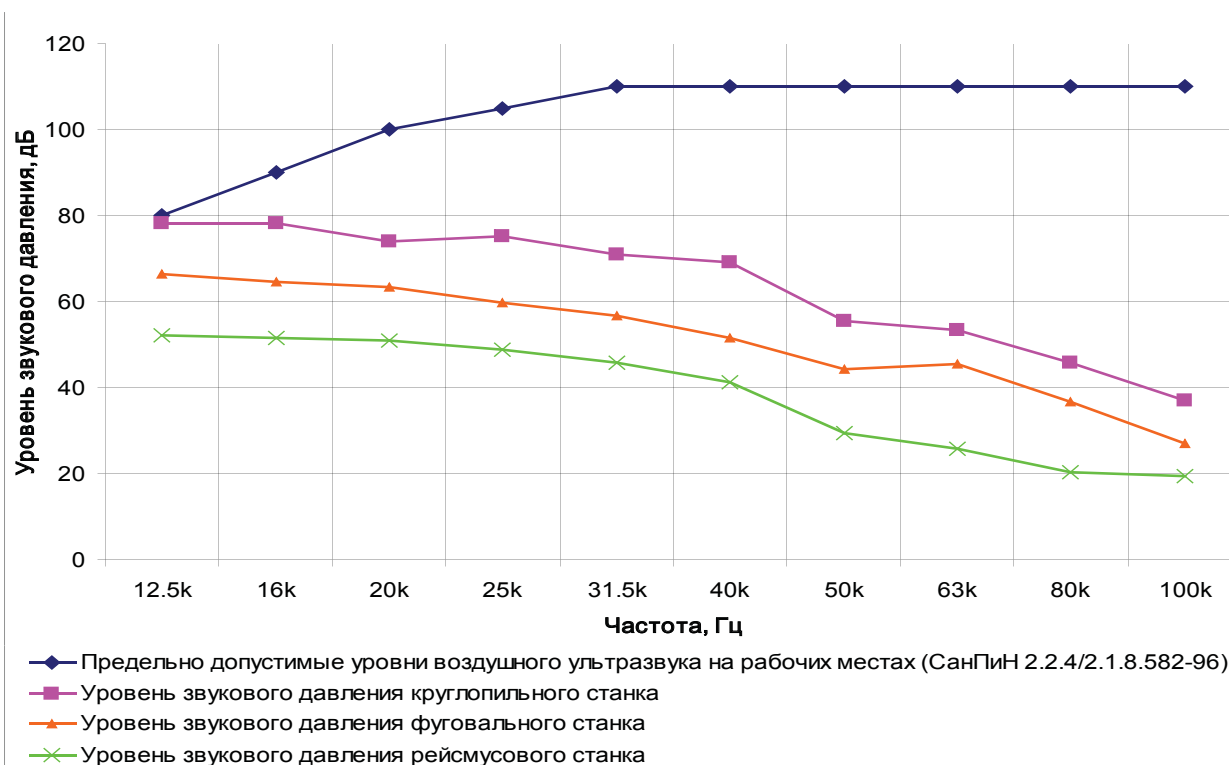
Результаты проведенных измерений уровней воздушного ультразвука на рабочих местах представлены на рисунке.

Анализируя график можно сделать следующие выводы.

1. Уровни ультразвука, излучаемые станками, не превышают предельно допустимых значений, установленных СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 для рабочих мест.

2. Источником ультразвука являются процессы в зоне резания станков. Поэтому рейсмусовый станок, область обработки деталей которого наиболее закрыта, излучает наименьший уровень воздушного ультразвука.

3. Пиление является не только самым шумным процессом в слышимом человеком диапазоне частот, но и самым сильным излучателем воздушного ультра-



Результаты измерений уровней воздушного ультразвука на рабочих местах фуговального (СФА3-1), рейсмусового (СР8-4) и круглопильного (Ц5-1А) станков

звука. На среднегеометрической частоте 12,5 кГц у круглопильного станка уровень ультразвукового излучения (78 дБ) близок к предельно допустимым нормам (80 дБ).

В случаях превышения предельно допустимых уровней воздушного ультразвука, одним из самых эффективных способов защиты от него является его звукоизоляция с помощью кожухов, ограждений и акустических экранов.

Дополнительно на кафедре охраны труда Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ) были проведены исследования по определению эффективности изоляции от воздушного ультразвука перспективного для промышленной звукоизоляции материала – сотового поликарбоната

и уже широко применяющегося для защиты от шума органического стекла.

Результаты звукоизоляции указанных материалов от воздушного ультразвука представлены в таблице.

Результаты проведенных исследований звукоизоляции от воздушного ультразвука сотовым поликарбонатом и органическим стеклом показывают, что их эффективности достаточно для защиты даже от сильного ультразвукового излучения.

Хотя уровни ультразвукового излучения на рабочих местах деревообрабатывающих станков и не превышают нормативных значений, но их близость к этим значениям делает необходимым периодически проводить контрольные замеры.

Уровень звукоизоляции ультразвука сотовым поликарбонатом и органическим стеклом различной толщины

Название материала и его толщина	Уровень звукоизоляции, дБ, для среднегеометрических частот, кГц									
	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Сотовый поликарбонат толщиной 4 мм	26,9	29,0	28,4	27,2	24,4	27,9	31,8	34,6	38,2	33,6
Сотовый поликарбонат толщиной 8 мм	38,0	34,8	29,1	32,6	29,1	31,7	23,5	37,9	39,6	33,2
Сотовый поликарбонат толщиной 16 мм	39,1	35,9	39,8	30,1	25,0	25,2	28,4	35,1	37,8	33,7
Оргстекло толщиной 4 мм	39,9	45,3	42,7	29,5	31,6	29,3	21,3	32,4	36,4	32,8

Библиографический список

1. Ультразвук [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <http://wikipedia.org/wiki/> Ультразвук (дата обращения: 13.04.2013).
2. Опасные и вредные производственные факторы: ультразвук [Электронный ресурс] // Охрана труда и безопасность. URL: <http://helper.by/opasnie-i-vrednie-proizvodstvennie-faktori-ultrazvuk.html> (дата обращения: 13.04.2013).
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения.

УДК 630*636 (470.324)

И.С. Зиновьева
(*I.S. Zinovieva*)
ВГЛТА, Воронеж

ПОТЕНЦИАЛ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ (THE POTENTIAL OF FOREST RESOURCES VORONEZH REGION AND ITS USE)

Дается характеристика лесов Воронежской области по возрасту, породному составу, запасу, среднему приросту. Характеризуется лесозаготовительная деятельность в сравнении со средним приростом древесины, рассматриваются виды использования лесов.

This paper describes the forest of the Voronezh region in age, species composition, volumes, average gain. Characterized by the logging activities in comparison with the average growth of timber, discusses the types of forest use.

Леса Воронежской области, расположенные на землях лесного фонда и землях иных категорий, по целевому назначению относятся к защитным лесам, которые подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями [1].

Общая площадь лесов Воронежской области по состоянию на 1 января 2012 г. составила 501,7 тыс. га, или 9,6 % её общей площади. Леса области отнесены: северная часть – к лесостепной зоне (70 %), южная часть – к степной (30 %) и занимают соответственно лесостепной район европейской части Российской Федерации и район степей европейской части Российской Федерации.

Земли лесного фонда области составляют 416,1 тыс. га. К лесам, расположенным на землях иных категорий, относятся:

- леса, расположенные на землях особо охраняемых природных территорий, – 33,9 тыс. га;
- леса, расположенные на землях Министерства обороны Российской Федерации, – 2,0 тыс. га;
- леса, расположенные на землях населенных пунктов, – 0,3 тыс. га;
- леса, ранее находившиеся в пользовании сельскохозяйственных организаций, – 43,9 тыс. га (в настоящее время регистрируются как земли лесного фонда).

Кроме того, на территории Воронежской области площади защитных лесных насаждений, созданных на землях сельскохозяйственного назначения, составляют 145,5 тыс.га.

С учетом особенностей правового режима защитных лесов области выделены следующие категории защитных лесов (табл. 1).

Земли лесного фонда области характеризуются следующими показателями.

1. Покрытые лесной растительностью земли составляют 340,5 тыс. га из общей покрытой лесной растительностью площади, искусственные лесные насаждения произрастают на площади 130,4 тыс. га, что составляет 36,6 %.

2. Породный состав насаждений представлен следующими лесобразующими породами:

- твердолиственные (основная часть дуб, ясень, клен, вяз, акация белая) – 190,5 тыс. га (52,4 %),
- хвойные насаждения (сосна) – 103,8 тыс. га (28,8 %),

Таблица 1

Категории защитных лесов
Воронежской области

Категории защитных лесов	Площадь, тыс. га
Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях	33,9
Леса, расположенные в водоохраных зонах	27,5
Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов, в том числе:	47,2
а) защитные полосы лесов, расположенных вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог	22,7
б) зеленые зоны	24,5
Ценные леса, в том числе:	341,5
а) противозробионные леса	83,2
б) леса, имеющие научное или историческое значение	29,4
в) государственные защитные лесные полосы	3,2
г) леса, расположенные в лесостепных зонах, степях	198,2
д) нерестоохраняемые полосы лесов	27,5

– мягколиственные породы (береза, осина, ольха, тополь, липа) – 57,1 тыс. га (17,5 %).

– прочие породы и кустарники – 4,8 тыс. га (1,3 %).

3. В хвойных насаждениях на землях лесного фонда преобладают молодняки (23,4 %) и средневозрастные насаждения (69,3 %), в твердолиственных насаждениях – средневозрастные насаждения (51,9 %), в мягколиственных насаждениях – также средневозрастные насаждения (38,3 %). Средний возраст насаждений – 57 лет.

4. Преобладающими породами являются: дуб – 45,6 % (дуб низкоствольный – 26,4 %; дуб высокоствольный – 19,2 %); сосна – 29,1 %.

5. Имеющийся запас древесины – 62,1 млн м³.

6. Средний запас на 1 га покрытых лесом земель – 174 м³/га.

7. Общий средний прирост – 1000 тыс. м³.

Леса Воронежской области не обладают значительными сырьевыми ресурсами и в большей степени выполняют защитную, природоохранную и экологическую функции.

Вместе с тем развитие лесного сектора области планируется по следующим направлениям:

1) осуществление лесозаготовительной деятельности в пределах расчетной лесосеки (в настоящий момент использование составляет около 44 % от возможного допустимого);

2) развитие деревообработки, особенно переработки мелкотоварной и дровяной древесины.

Реализация предложенных мер позволит улучшить производственную структуру лесного сектора

области, увеличить удельный вес продукции деревообрабатывающего производства, повысить занятость населения и его благосостояние.

Хорошие перспективы освоения лесов и в других видах использования: осуществление рекреационной деятельности и видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства, разработка месторождений полезных ископаемых.

Проблема состоит в разумном сочетании видов использования лесов с учетом требований устойчивого развития региона.

В настоящее время в лесном секторе выстраивается система частно-государственного партнерства. Запущен механизм реализации приоритетных инвестиционных проектов в области глубокой переработки древесины.

Возможный ежегодный объем изъятия древесины, определенный лесным планом Воронежской области, составляет 500,3 тыс. м³, или 50,5 % от общего среднего прироста [3]. В среднем в лесном фонде области ежегодно заготавливается 401 тыс. м³ ликвидной древесины. Современная интенсивность заготовки древесины в лесах Воронежской области соответствует имеющимся ресурсам и не ведет к нарушению функций защитных лесов. С одного гектара покрытой лесом площади выбирается 0,9 м³ древесины из возможных 2,8 м³ (табл. 2).

Заготовка древесины осуществляется в порядке проведения выборочных рубок в спелых и перестойных насаждениях, рубок ухода за лесом, санитарно-оздоровительных мероприятий и прочих рубок, которые предусмотрены Лесным планом Воронежской

Таблица 2

Средний прирост древесины и объем рубок лесных насаждений на землях лесного фонда Воронежской области в 2006 – 2011 гг.

Показатель	Годы					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Общий средний прирост древесины на землях лесного фонда, тыс. м ³	990	990	990	990	990	990
Общий средний прирост на 1 га покрытых лесной растительностью земель лесного фонда, м ³ /га	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Допустимый объем изъятия древесины, тыс. м ³	484,7	484,7	547,7	547,7	463,6	500,3
Допустимый объем изъятия древесины с 1 га покрытых лесной растительностью земель лесного фонда, м ³ /га	1,4	1,4	1,5	1,5	1,3	1,4
Объем рубок лесных насаждений на землях лесного фонда, тыс. м ³	324,0	395,2	299,1	305,6	336,2	743,7
Объем рубок лесных насаждений с 1 га покрытых лесной растительностью земель лесного фонда, м ³ /га	0,94	1,1	0,84	0,85	0,94	2,1

области и лесохозяйственными регламентами лесничеств (табл. 3).

В соответствии с лесным законодательством заготовка древесины в лесном фонде области проводится юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями как с предоставлением, так и без предоставления им лесных участков, гражданами – без предоставления лесных участков, на основании договоров купли-продажи лесных насаждений.

Информация о видах заготовки древесины в 2010 и 2011 гг. приводится в табл. 4.

По состоянию на 01.01.12 г. лесные участки из земель лесного фонда предоставлены в постоянное (бессрочное) пользование, в аренду, безвозмездное срочное пользование по следующим видам использования лесов (табл. 5).

В постоянное (бессрочное) пользование лесные участки предоставлялись государственным и муниципальным учреждениям для использования в следующих целях:

- для осуществления научно-исследовательской, образовательной деятельности;
- рекреационной деятельности;
- строительства, реконструкции, эксплуатации линий электропередач, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов.

Предоставление лесных участков в аренду осуществлялось в соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации [2]; договора аренды заключены по следующим видам использования лесов:

- заготовка древесины;
- ведение охотничьего хозяйства и осуществление охоты;
- ведение сельского хозяйства;
- осуществление рекреационной деятельности;

Таблица 3
Заготовка древесины в 2009 – 2011 гг.
на территории Воронежской области, тыс. м³

Рубки	Ежегодный допустимый объем изъятия древесины	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Выборочные рубки в спелых и перестойных насаждениях	106,3	99,2	89,1	114,7
Рубки ухода	12,8	30,7	34,0	16,5
Санитарные рубки	378,1	164,8	194,6	573,8
Прочие рубки	3,1	10,9	18,5	38,7
Итого	500,3	305,6	336,2	743,7

– осуществление работ по геологическому изучению недр и разработка месторождений полезных ископаемых;

– строительство, реконструкция и эксплуатация линий электропередач, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов.

Лесные участки из земель лесного фонда, используемые в настоящее время для осуществления заготовки древесины, ведения сельского хозяйства, рекреационной деятельности, ведения охотничьего хозяйства и осуществления охоты, переданы в аренду по результатам лесных конкурсов, проводимых территориальным федеральным органом исполнительной власти в области лесного хозяйства по участкам лесного фонда – Управлением лесного хозяйства по Воронежской области [5] – в соответствии Лесным кодексом Российской Федерации.

В безвозмездное срочное пользование лесные участки из земель лесного фонда предоставлялись религиозным организациям для осуществления религиозной деятельности.

Лесным кодексом Российской Федерации определено, что использование, охрана, защита и воспроизводство лесов на арендованной территории осуществляется в соответствии с проектом освоения лесов [2].

Таблица 4
Виды заготовки древесины в 2010-2011 гг.
на территории Воронежской области, тыс. м³

Основание для осуществление заготовки древесины	2010 г.	2011 г.	Темп роста, %
Заготовка по договорам аренды	143,8	165,6	115,2
Заготовка по договорам на выполнение работ по охране, защите и воспроизводству лесов с элементами договора купли-продажи лесных насаждений для заготовки древесины	106,9	209,3	195,8
Заготовка по договорам купли-продажи гражданами для собственных нужд	2,0	2,5	125
Заготовка по договорам купли-продажи в исключительных случаях заготовки древесины	12,8	141,2	1103,1
Проведение рубок лесных насаждений по лесным декларациям, по видам использования лесов, не связанным с заготовкой древесины	70,7	225,1	318,4
Итого	336,2	743,7	221,2

Основная цель проекта – обеспечение многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного освоения лесов и их использования в соответствии с разрешенными видами деятельности. Проект освоения лесного участка разрабатывается организациями или гражданами, которым лесной участок предоставлен в аренду или в постоянное (бессрочное) пользование. В соответствии с заключенными договорами аренды и принятыми решениями о предоставлении в постоянное (бессрочное) пользование лесных участков на территории Воронежской области должно быть разработано и реализовано 420 проектов освоения.

Согласно ст. 89 Лесного кодекса РФ проект освоения лесного участка подлежит государственной или муниципальной экспертизе в порядке, установленном приказом Рослесхоза РФ от 22.12.2011 № 545 «Об утверждении порядка государственной или муниципальной экспертизы проекта освоения лесов» [4].

Предметом экспертизы является оценка соответствия проекта освоения лесов лесохозяйственному регламенту лесничества, Лесному плану Воронежской области и законодательству Российской Федерации. Управлением лесного хозяйства как уполномоченным органом в сфере лесных отношений проведено 617 государственных экспертиз проектов освоения лесных участков, в том числе в 2011 г. – 171.

По состоянию на 01.01.2012 г. из 561 арендатора, зарегистрировавших договора аренды в установленном порядке и краткосрочные договоры аренды, 400 разработали проекты освоения лесов. 11 проектов освоения лесов находились на рассмотрении в Управлении лесного хозяйства Воронежской области. В целях соблюдения требований лесного законодательства в части использования лесных участков Управлением лесного хозяйства постоянно проводится претензионная работа.

Таблица 5

Виды использования лесов Воронежской области

Вид использования лесов	Количество решений, договоров аренды и безвозмездного срочного пользования	Площадь, га
Постоянное (бессрочное) пользование		
Использование лесов для осуществления научно-исследовательской, образовательной деятельности	4	31 938,5
Осуществление рекреационной деятельности	26	1248,14
Строительство, реконструкция, эксплуатация линий электропередач, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов	6	18,55
Иные виды	2	5,3595
Итого	38	33211,05
Аренда лесных участков		
Заготовка древесины	11	157494,0
Ведение охотничьего хозяйства и осуществление охоты	6	12705,0
Ведение сельского хозяйства	134	97,77
Осуществление рекреационной деятельности	342	702,87
Осуществление работ по геологическому изучению недр и разработка месторождений полезных ископаемых;	10	213,87
Строительство, реконструкция и эксплуатация линий электропередач, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов	55	225,131
Строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений	3	16,54
Итого	561	171455,18
Безвозмездное срочное пользование		
Осуществление религиозной деятельности	8	57,21
Линейные объекты	8	371,2
Строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений	1	5,6
Иные виды	1	1,2
Итого	18	435,21
ВСЕГО	617	205101,44

Библиографический список

1. Зиновьева И.С. Оценка использования ресурсного потенциала лесов на территории Воронежской области // Региональная экономика: теория и практика. 2012. № 10(241)-март. С.24–30.
2. Лесной кодекс РФ от 4.12.2006 г. №200-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=133350>
3. Лесной план Воронежской области [Электронный ресурс]. URL: http://www.govvrn.ru/wps/portal/AVO/wcmContent?WCM_QUERY=/voronezh/avo/main/authorities/other+executive+power/other+executive+power27/akt/doc1008111718&presentationtemplate=vrnOneDocumentPt
4. Приказ Рослесхоза № 545 «Об утверждении порядка государственной или муниципальной экспертизы проекта освоения лесов» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=128389>
5. Положение об Управлении лесного хозяйства Воронежской области (утв. постановлением правительства Воронежской области от 12.05.2009 №379) [Электронный ресурс]. URL: http://www.govvrn.ru/wps/portal/AVO/wcmContent?WCM_QUERY=/voronezh/avo/main/authorities/other+executive+power/other+executive+power27/authorities

УДК 630.6:432 (470.54)

*И.А. Иматова, А.О. Зюзев, А.Л. Rogozin
(I.A. Imatova, A.O. Zyuzev, F.L. Rogozin)
УГЛТУ, Екатеринбург*

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ
В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
(ECONOMIC ASPECTS OF FOREST CONSERVATION FROM FIRES
IN SVERDLOVSK REGION)**

Представлен анализ данных по количеству и площади лесных пожаров, структуре финансирования и потерям лесного хозяйства вследствие лесных пожаров в Свердловской области за 2011–2012 гг.

Provides the analysis of the data on the number and area of forest fires, the structure of funding and the loss of forest due to forest fires in the Sverdlovsk region for 2011–2012.

Пожары из множества природных и антропогенных факторов оказывают доминирующее негативное влияние на состояние и динамику лесных экосистем, нанося государству значительный материальный и экологический ущерб. Охрана лесов от пожаров является самой значимой в структуре природоохранных проблем лесного хозяйства и основополагающей функцией общества и государства по сохранению лесов и устойчивому развитию территорий.

По данным Рослесхоза, в 2012 г. на территории России зафиксировано 19,5 тыс. лесных пожаров на площади 1,9 млн га. Более трети (36,4%) всех пожаров пришлось на Уральский федеральный округ. По данным государственного лесного реестра, общая площадь лесов УФО составляет 112,1 млн га, в том числе 62,5% приходится на лесные земли, из них 60,6% – на покрытые лесом и 37,5% – на нелесные.

Пожароопасный сезон в 2012 г. в УФО продолжался с 7 апреля по 12 ноября. За этот период на зем-

лях лесного фонда округа было зарегистрировано 6927 лесных пожаров на площади 238,7 тыс. га.

В лесах, расположенных на землях обороны и безопасности, было зафиксировано 98 очагов на общей площади 458 га (по сравнению с 2011 г. количество пожаров увеличилось в 2,4 раза, площадь – в 3,3 раза). В лесах, расположенных на землях особо охраняемых природных территорий федерального значения, зарегистрировано 60 пожаров на общей площади 7,9 тыс. га, что больше по сравнению с прошлым годом в 3,3 и в 10,3 раза соответственно.

Данные по лесопожарной обстановке в УФО и Свердловской области за последние два года приведены в табл. 1. Практически по всем приведенным показателям по округу отмечается ухудшение ситуации.

Так, в 2,3 раза увеличилась площадь, пройденная огнем, в 2,5 раза – средняя площадь одного крупного пожара, в 1,6 раза – количество лесных пожаров,

в 6,7 раза – ущерб. Уменьшение отмечено только по количеству крупных пожаров (более чем в 2 раза).

Однако стоит отметить, что лесопожарная ситуация в округе неоднородна. Так, из 6927 случаев пожаров 2012 г. более половины приходилось на долю Челябинской области и ХМАО – Югра. Свердловская область занимает третье место (16%). В общей площади лесных пожаров 51% приходился на ХМАО, 23 – на ЯНАО и 14% – на Челябинскую область. Доля Свердловской области в общей площади лесных пожаров округа составила только 3%. Ухудшение ситуации с крупными лесными пожарами отмечено в Курганской, Челябинской области и ЯНАО.

В Свердловской области в 2012 г. обстановка была более благоприятной по сравнению с 2011 г. Снижение уровня горимости отмечено по всем учитываемым показателям, особенно значительно удалось

уменьшить количество и площадь крупных лесных пожаров (в 14 и 25 раз).

Наибольшее количество лесных пожаров в 2011 г. зарегистрировано на территории 3 лесничеств: Со-тринское (95), Сысертское (87), Алапаевское (78). По площади, пройденной пожарами, на первом месте Тавдинское лесничество (14% от общей площади пожаров), на втором – Нижнетагильское (12%) и на третьем – Алапаевское (11%). В 2012 г. ситуация несколько изменилась – в список наиболее горимых попали «южные» лесничества: Сысертское и Свердловское (25% площади всех пожаров).

В структуре расходов на исполнение переданных полномочий в области лесных отношений на охрану лесов от пожаров приходится около 26–28% всей выделяемой суммы. В табл. 2 представлены расходы на охрану лесов от пожаров в 2011–2013 гг. Обращает

Таблица 1

Анализ данных по пожарам на землях лесного фонда Свердловской области

Показатель	Уральский федеральный округ		Отношение значения 2012 г. к 2011 г., %	Свердловская область		Отношение значения 2012 г. к 2011 г., %
	2011	2012		2011	2012	
Количество лесных пожаров, случаев	4292	6927	161	1199	1093	91
В том числе крупных, случаев	156	72	46	125	9	7
Общая площадь пожаров, тыс. га	102,58	238,69	233	29,36	6,91	24
В том числе крупных, тыс. га	35,99	42,22	117	17,44	0,68	4
Средняя площадь одного пожара, га	23,9	34,5	144	24,5	6,3	26
В том числе крупного, га	231	586	254	139,5	75	54

Таблица 2

Расходы на охрану лесов от пожаров в Свердловской области (млн руб.)

Показатель	Значение по годам		
	2011	2012	2013 (план)
Всего расходов на охрану лесов от пожаров:	290,4	402,2	387,4
В том числе за счет субвенций из федерального бюджета	180,1	101,9	84,6
бюджета субъекта РФ	105,7	285,9	290,3
собственных средств арендаторов	4,6	14,4	12,5
Из них: проведение мониторинга пожарной опасности в лесах	41,6	72,1	104,4
Тушение лесных пожаров	161,1	222,7	173,7
Проведение противопожарных мероприятий	5,8	22,1	20,5
Приобретение противопожарной техники и оборудования	81,9	85,1	88,8

на себя внимание изменение структуры затрат по источникам поступления средств. Так, если в 2011 г. 62% расходов на охрану лесов от пожаров финансировалось за счет средств субвенций федерального бюджета, то в 2012 г. доля субвенций составляла только 25%. В 2013 г. эта тенденция сохранится и доля финансирования из средств субвенций снизится до 22%.

В структуре затрат по направлениям использования средств основную долю занимают расходы на тушение лесных пожаров: 55% – в 2011 и 2012 гг. и 44% – в 2013. Около 20% приходится на материально-техническое оснащение ГБУ СО «Уральская база авиационной охраны лесов», около 15% – на мониторинг пожарной опасности и только 2–5% – на противопожарные мероприятия.

Необходимо отметить, что значительно увеличились расходы на мониторинг пожарной опасности в лесах. Так, в 2013 г. запланировано в 2,5 раза больше средств, чем в 2011. Также можно отметить значительное увеличение размера средств, направляемых на выполнение противопожарных мероприятий: с 5,8 млн руб. в 2011 до 22,1 в 2012 г.

Одной из актуальных проблем в лесном хозяйстве является оценка эффективности лесопожарных мероприятий. В разное время ей занимались многие исследователи – это Щетинский Е.А., Диченков Н.А., Каткова Т.Е., предлагавшие сопоставлять удельные затраты на противопожарные мероприятия со средней площадью пожара и удельными затратами на тушение пожаров или удельные затраты на лесопожарные мероприятия со средним ущербом от лесного пожара [1].

Результаты исследований в разных регионах России убедительно доказали, что увеличение удельных затрат на предупредительные противопожарные мероприятия способствует снижению удельных затрат на тушение пожаров, средних ущерба и площади лесного пожара [2].

Важным аспектом повышения эффективности системы управления пожарными рисками является оценка наносимого лесными пожарами ущерба, которая, в свою очередь, опирается на методику экономической оценки лесных ресурсов.

Сложный состав ущерба от лесных пожаров, трудности, возникающие при оценке лесных ресурсов, в том числе наличие экономического понятия «неоцениваемые полезности леса», применение при определении ущерба от лесных пожаров в стоимостном выражении заниженных экономических показателей и т.д. свидетельствуют о том, что оценка реального ущерба, причиняемого лесными пожарами, – сложная проблема, требующая дальнейшей разработки.

Отсутствие методики экономической оценки ущерба от лесных пожаров не только национальная, но и международная проблема. Как следует из материалов ФАО ООН, к оценке ущерба от лесных пожаров в разных странах до сих пор не выработан единый подход. В большинстве их в расчеты включаются прямые потери от пожаров.

В лесном хозяйстве России также принято определять только прямой ущерб от лесных пожаров, который складывается из стоимости сгоревшей или поврежденной древесины, молодняков, готовой продукции, зданий, сооружений и другого имущества в лесу (форма отчетности лесничеств 9-ОИП «Потери лесного хозяйства вследствие лесных пожаров»).

Оценка материального ущерба осуществляется на основании Постановления Правительства РФ № 273 от 8.05.2007 «Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства» на базе ставок платы за единицу лесных ресурсов (Постановление Правительства РФ № 310 от 22.05.2007).

Данные о потерях древесины и материальном ущербе от лесных пожаров за 2011–2012 гг. в Свердловской области приведены в табл. 3. Можно отметить, что объем сгоревшей и поврежденной древесины в 2012 г. уменьшился в 3,6 раза, но в расчете

Таблица 3
Потери лесного хозяйства Свердловской области вследствие лесных пожаров

Показатель	Значения по годам		Отношение значения 2012 г. к 2011 г., %
	2011	2012	
Объем сгоревших и поврежденных лесных насаждений, тыс. м ³ :	395,739	109,828	28
на 1 га площади пожаров, м ³	13,5	15,9	118
Погибло молодняков, га:	1241	102	8
на 1 га площади пожаров	0,04	0,01	25
Ущерб, нанесенный лесными пожарами, млн руб.:	2253,6	616,6	27
на 1 га площади пожаров, тыс.руб./га	76,76	89,24	116
на 1 пожар, тыс. руб./пожар	1879,6	564,2	30
на 1 м ³ сгоревшей и поврежденной древесины, тыс. руб./м ³	5,69	5,61	99

на 1 га площади пожаров показатель 2012 г. на 18% выше. В 12 раз уменьшились потери молодняков, составив в 2012 г. 102 га.

Ущерб, нанесенный лесными пожарами, составил в 2012 г. 616,6 млн руб., что в 3,7 раза меньше по сравнению с ущербом предыдущего года. Но удельный ущерб на 1 га площади больше на 16%.

Поскольку при определении эффективности системы управления пожарными рисками сопоставляется величина затрат на мероприятия и размер предотвращенного ущерба, то недооценка всех составляющих ущерба может привести к неправильным выводам относительно эффективности мер по охране лесов от пожаров.

Библиографический список

1. Диченков Н.А. Повышение эффективности лесопожарных мероприятий // Лесн. хоз-во. 2000. № 4. С. 49–51.
2. Каткова Т.Е. Методика управления затратами на охрану и защиту лесов // Наука в условиях современности: сб. ст. студ., аспирантов, докторантов и ППС по итогам науч.-техн. конф. МарГТУ в 2007 г. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. С. 54.

УДК 300.333

И.А. Иматова, В.В. Мезенова
(*I.A. Imatova, V.V. Mezenova*)
УГЛТУ, Екатеринбург

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ (TO THE QUESTION ABOUT EFFICIENCY OF FINANCING OF FORESTRY OF THE SVERDLOVSK REGION)

Рассмотрена структура и динамика финансирования лесного хозяйства, проанализирован коэффициент соотношения бюджетных доходов и расходов на лесное хозяйство Свердловской области, выявлен дисбаланс в финансовых потоках.

The structure and dynamics of financing of forestry, analyzed the ratio of budget revenues and expenditures on forestry of the Sverdlovsk region, revealed imbalances in financial flows.

Проблемы финансирования лесного хозяйства, вытекающие из специфики отрасли, находят свое отражение в экономической организации лесного хозяйства и, как следствие, в системе его финансирования. Многолетняя дискуссия по вопросам экономической организации лесного хозяйства в условиях рыночной экономики, когда лес является исключительной собственностью государства, остается неоконченной.

Использование отдельных элементов рыночных отношений принципиально не изменило сложившуюся систему финансирования лесного хозяйства (по остаточному принципу) в силу использования старых методов планирования и учета затрат, не соответствующих требованиям сегодняшнего дня. С введением в действие нового Лесного кодекса РФ организационно-правовая структура управления лесами и соответственно система финансовых потоков в лесном хозяйстве претерпели значительные изменения. Тем не ме-

нее многие проблемы учета затрат и финансирования капитальных вложений в лесном хозяйстве остались прежними.

В соответствии с указом губернатора отраслевым исполнительным органом государственной власти, осуществляющим отдельные полномочия РФ в области лесных отношений, является Департамент лесного хозяйства Свердловской области [1]. В подчинении департамента находятся 32 подведомственных учреждения: 31 государственное казенное учреждение Свердловской области в области лесных отношений – лесничества [2] и государственное бюджетное учреждение Свердловской области «Уральская база авиационной охраны лесов» [3].

На лесничества возложены функции управления лесным фондом, а хозяйственные функции переданы арендаторам (на арендованных территориях) и коммерческим предприятиям на конкурсной основе (на территориях, не переданных в аренду).

Таким образом, произошел процесс разделения функций по управлению лесами и хозяйственной деятельности в них, что привело к существенному изменению финансовых потоков в системе лесного хозяйства [4]. Перестал существовать источник операционных средств: внебюджетные или собственные средства бывших лесхозов. Деятельность Департамента лесного хозяйства и его подведомственных учреждений по исполнению переданных полномочий в области лесных отношений финансируется за счет субвенций (субсидий) из федерального бюджета и средств бюджета субъекта РФ, а мероприятия по охране, защите и воспроизводству лесов на арендованной территории выполняются за счет собственных средств арендаторов.

В 2012 г. за счет собственных средств арендаторов было выполнено работ по охране, защите и воспроизводству лесов на землях лесного фонда Свердловской области на сумму 455,7 млн руб., что составляет 45,3% от всех расходов на эти мероприятия. Учитывая, что средства, которые направляются на выполнение лесохозяйственных мероприятий, списываются на себестоимость продукции, тем самым уменьшая прибыль, нужно понимать, что такая ситуация вынуждает арендатора снижать затраты на выполнение работ, что приводит к ухудшения их качества.

Создание эффективной методики формирования затрат в условиях рыночных отношений и механизма финансирования как текущих, так и долгосрочных расходов на лесное хозяйство возможно только

после проведения тщательного анализа структуры и динамики расходов, обоснованности размера затрат на проведение отдельных видов работ в лесном хозяйстве с последующим формированием региональных нормативов, максимально учитывающих факторы, оказывающие влияние на их величину.

На рис. 1 приведена динамика расходов и доходов лесного хозяйства Свердловской области за последние пять лет с долевым участием средств федерального бюджета. При тенденции увеличения общей суммы расходов на ведение лесного хозяйства области можно отметить значительное снижение доли участия средств федерального бюджета.

Так, в 2012 г. из общей суммы расходов доля субвенций составила чуть больше половины, в то время как в 2008 г. федеральный бюджет финансировал 76% всех расходов на исполнение переданных полномочий. Также можно отметить, что с 2009 г. лесное хозяйство Свердловской области убыточно, хотя на уровне федерального бюджета в 2010 и в 2012 гг. объем поступления платы за использование лесов в федеральный бюджет превысил сумму выделяемых субвенций.

Вложения в лесное хозяйство должны давать отдачу. Эффективность бюджетных расходов на лесное хозяйство можно оценить по значению коэффициента отношения доходов к расходам (рис. 2).

Анализ данных за 2008–2012 гг. свидетельствует о снижении эффективности бюджетных расходов на исполнение переданных полномочий в области лесных отношений. Так, значение коэффициента по кон-

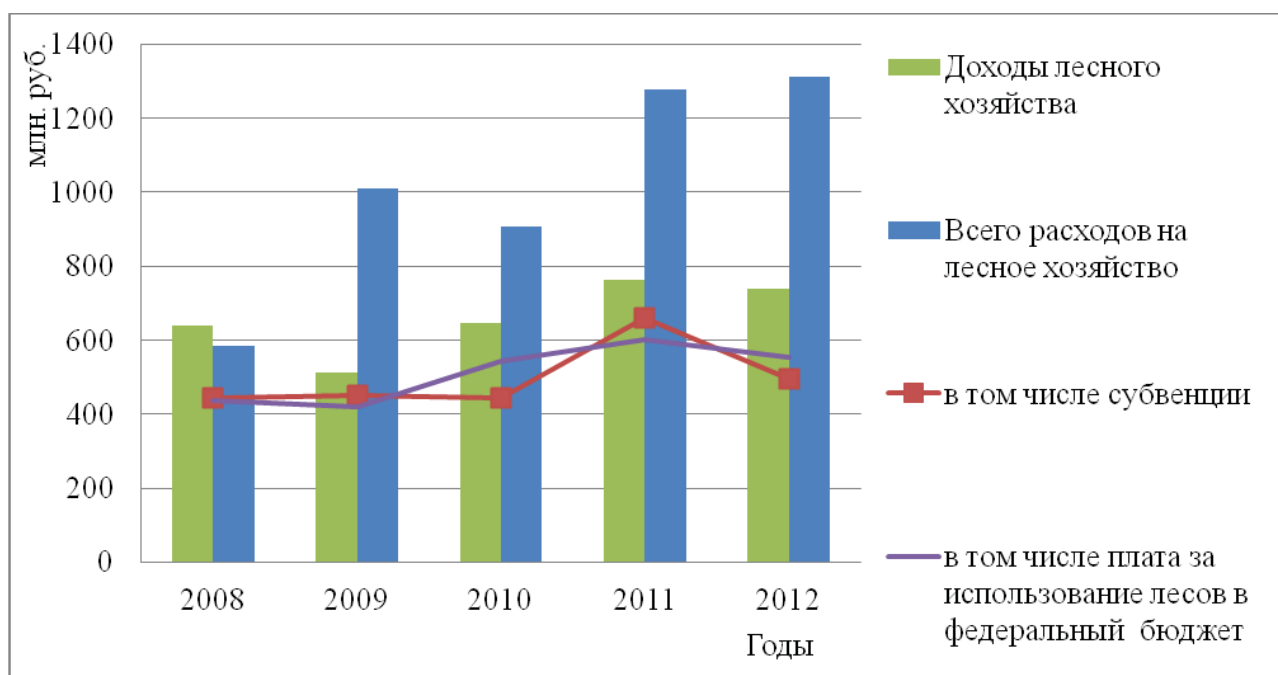


Рис. 1. Динамика расходов и доходов лесного хозяйства Свердловской области

солидированному бюджету за пять лет уменьшилось в 1,8 раза к уровню 2008 г. Однако поведение коэффициента по видам бюджетов имеет разную картину: по федеральному бюджету его значение изменяется незначительно, в то время как по бюджету Свердловской области коэффициент за 3 последних года снизился в 5,6 раза.

Это объясняется тем, что платежи за использование лесов в бюджет Свердловской области увеличились в 1,8 раза, составив к 2012 г. 184,6 млн руб., а финансирование из областного бюджета – в 10 раз (435,3 млн руб.).

Таким образом, наблюдается дисбаланс финансовых потоков в лесном хозяйстве. Объемы финансирования на исполнение переданных полномочий в области лесных отношений из федерального бюджета и бюджета Свердловской области в 2012 г. практически одинаковы (497,1 и 435,3 млн руб. соответственно), а доходы областного бюджета от использования лесов в 3 раза меньше, чем федерального. Это является следствием несовершенства законодательной базы, регулирующей процессы бюджетного финансирования лесного хозяйства на уровне субъекта РФ.

В заключение можно отметить, что в целом лесное хозяйство Свердловской области убыточно – объем

расходов консолидированного бюджета превышает доходы (26% в 2012 г.), однако на уровне федерального бюджета превышение доходов над расходами в среднем за 5 лет составило 3%, а в 2012 г. – 12%.

Абсолютно нелогичная ситуация сложилась на уровне областного бюджета. Правительство Свердловской области выделяет значительные средства на обеспечение деятельности отраслевого органа исполнительной власти в области лесных отношений, но не получает отдачи от своих вложений. Так, в 2012 г. финансирование из областного бюджета составило 435,3 млн руб., а доходы – только 184,6 млн руб. Такое положение не может продолжаться достаточно долго, поэтому необходимо искать пути, направленные на увеличение эффективности бюджетных расходов на уровне региона.

Наличие диспропорций в финансовых потоках является следствием несовершенства законодательства в системе финансирования лесного хозяйства и требует принятия соответствующих мер: в первую очередь требуется научно обоснованный подход к созданию нормативной базы формирования затрат на исполнение переданных полномочий в области лесных отношений с учетом региональных особенностей лесного фонда конкретных регионов.

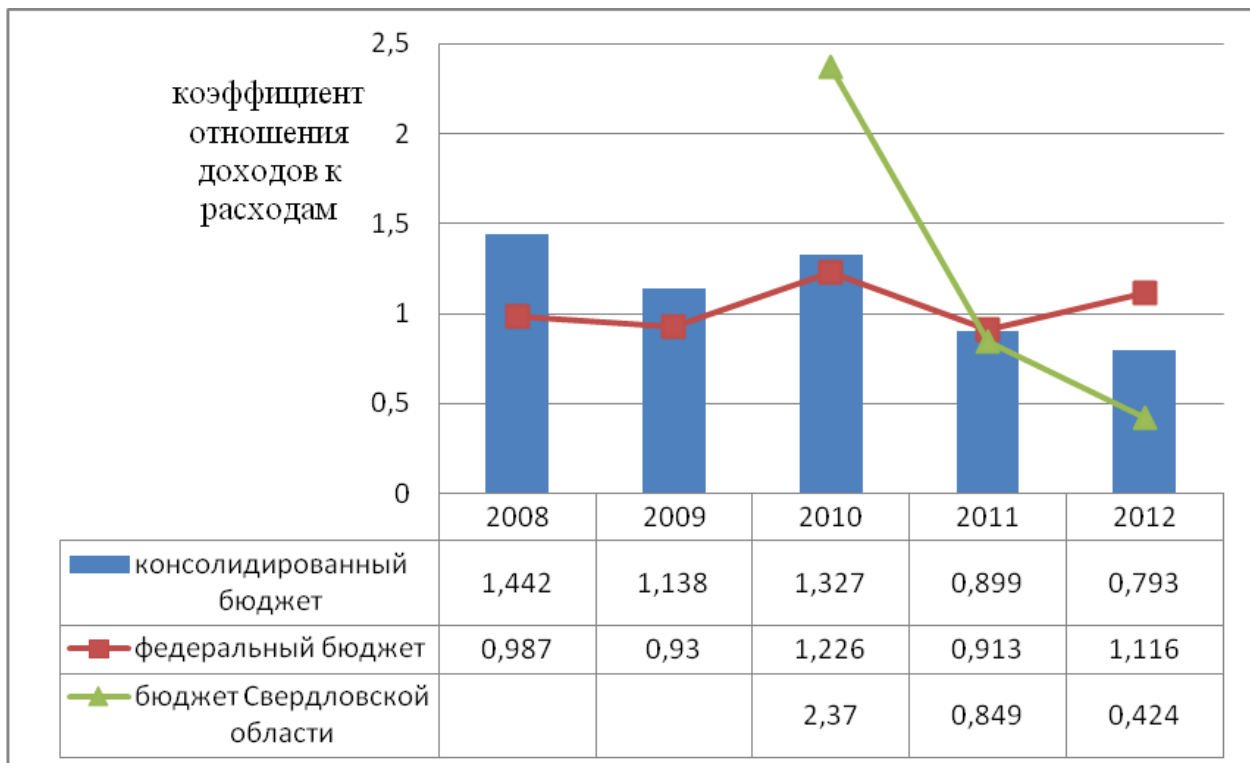


Рис. 2. Динамика коэффициента отношения бюджетных доходов к расходам на лесное хозяйство Свердловской области

Библиографический список

1. Указ Губернатора Свердловской области от 02.11.2010 N 960-УГ (ред. от 22.06.2012) «О реорганизации Министерства природных ресурсов Свердловской области».
2. Приказ Департамента лесного хозяйства Свердловской области от 09.12.2011 г. № 1845 «Об утверждении уставов государственных казенных учреждений Свердловской области в области лесных отношений (лесничеств)».
3. Приказ Департамента лесного хозяйства Свердловской области от 27.05.2011 г. № 787 «Об утверждении Устава государственного бюджетного учреждения Свердловской области “Уральская база авиационной охраны лесов”».
4. Панкратова Н.Н. Отраслевые особенности учета затрат и проблемы финансирования лесного хозяйства // Вестник ТОГУ. 2010. № 4 (19).

УДК 674.04

Н.А. Кошелева, Д.В. Шейкман
(N.A. Kosheleva, D.V. Sheyikman)
 УГЛТУ, Екатеринбург

**УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД
 С ЦЕЛЬЮ РАСШИРЕНИЯ ОБЛАСТИ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ
 (IMPROVING THE PROPERTIES OF HARDWOOD SPECIES
 TO EXPAND ITS RANGE OF APPLICATIONS)**

Разработаны и опробованы технологические режимы модификации древесины березы и осины различными полимерными модификаторами, исследованы физико-механические свойства полученных материалов. На основе результатов разработаны принципиальные технологические схемы и установка для производства модифицированной древесины.

Were developed and tested process conditions modification of birch and aspen different polymer modifiers investigated the physical and mechanical properties of the materials. Based on these results, a basic flow diagram for the production and installation of the modified wood.

Древесина остается одним из наиболее доступных, возобновляемых, экологических и потому широко востребованных природных материалов. Благодаря своим ценным свойствам она широко используется в промышленности, строительстве, изготовлении мебели и столярно-строительных изделий. Однако ей присущи и определенные недостатки, которые часто ограничивают еще более широкое применение древесины.

Основной недостаток натуральной древесины, особенно мягколиственных пород, заключается в низких физико-механических и эксплуатационных характеристиках и нестабильности линейных размеров.

Поэтому улучшение физико-механических свойств мягколиственных пород древесины является одной из основных задач в современной мировой деревообрабатывающей промышленности.

Еще одной проблемой, решением которой в течение многих лет занимаются деревообработчики, является также необходимость улучшения декоратив-

ных свойств малоценных пород древесины и расширение области их использования для производства мебели, столярно-строительных изделий, в частности для покрытий пола в виде досок, щитов, штучного паркета и т.п.

Частично решить эту проблему может использование так называемой модифицированной древесины.

Древесина представляет собой неоднородный анизотропный природный композит, состоящий из высокомолекулярных веществ, строение которого можно рассматривать на разных структурных уровнях.

Рассматривая строение древесины на макроструктурном уровне как композита, состоящего из материала клеточек стенок и пустых полостей определенной формы и ориентации, все способы модифицирования можно условно разделить на химические и физические. К первым относятся различные виды обработки древесины, в том числе химическими веществами, в определенных условиях изменяющими состав

и свойства материала клеточных стенок древесины; ко вторым – способы уменьшения относительного объемного содержания полостей клеток древесины, а также изменение взаимной ориентации различных групп клеток относительно друг друга, например прессованием древесины или наполнением полостей древесины другими материалами.

Деревообработчики постоянно ищут и изучают новые методы и технологии воздействия на натуральную древесину с целью ее усовершенствования, т.е. изменения основных свойств в лучшую сторону. Для придания новых свойств используются различные технологические способы воздействия на древесину, которую мелют, дробят, прессуют, проваривают, склеивают, обрабатывают различными химическими веществами, действуют давлением, температурой, излучением и т.д. Технологические процессы модифицирования древесины разрабатываются и применяются во всем мире и весьма разнообразны по воздействию на исходное сырьё и получению новых свойств, которые приобретает древесина. Многие из этих процессов направлены на улучшение свойств мягколиственных и малоценных пород древесины, таких как береза, осина, тополь, ольха и др., не имеющих в настоящее время широкого применения в столярных изделиях и покрытиях пола.

Одним из вариантов решения этого вопроса является так называемая активная модификация, т.е. химическая или биологическая обработка древесины (объемная или поверхностная). Активная модификация предусматривает изменение структуры древесины путем введения или нанесения на поверхность древесины специальных химических элементов, изменяющих свойства древесины, но не снижающих изначальную экологичность. Дополнительным воздействием является уплотнение древесины.

Важной задачей в этих процессах является поиск новых модифицирующих материалов (модификаторов), способных придать изделиям из древесины комплекс необходимых свойств. В качестве таких материалов предлагается использовать пропиточные композиции на основе карбамидоформальдегидных, алкидных, алкидно-уретановых и акриловых смол и кислот. Основные требования к ним – это экологичность, способность глубоко проникать в древесину, создавать качественное декоративно-отделочное покрытие, не требующее в дальнейшем нанесения лакокрасочных материалов, выполнять роль антисептика, что особенно важно для покрытий пола, часто подвергающихся увлажнению, малое время обработки и отверждения, низкая стоимость.

После предварительных исследований свойств модификаторов и исходя из перечисленных выше требо-

ваний, предъявляемых к пропиточным составам, для проведения экспериментов были выбраны следующие композиции: состав «Древозащита ВАК – 48Д Оливия tex»; красящий состав на основе алкидных смол (разработка кафедры механической обработки древесины УГЛТУ); смола СКФП.

Технологический процесс подготовки образцов из древесины березы и осины влажностью 10–12% включал раскрой пиломатериалов на заготовки и фрезерование по сечению.

Процесс модифицирования древесины состоял из двух основных стадий: 1) химическая пластификация древесины пропиткой; 2) уплотнение с целью увеличения массы древесины в объеме.

В ходе экспериментов были установлены зависимости свойств модифицированной древесины березы и осины от различных параметров процесса, что позволило выработать наиболее рациональные условия проведения технологического процесса модифицирования древесины.

Исследование влияния вязкости модифицирующего вещества и метода пропитки на глубину проникновения пропитывающего состава различной температуры в граничные слои древесины проводилось по методам «разница температур» и «вакуум-атмосферное давление» с последующей сушкой. Результаты исследования показали, что с уменьшением вязкости полимера наблюдается заметное увеличение массового привеса полимера.

Следует отметить, что показатели массового привеса для образцов осины оказались несколько выше, чем для берёзы.

Необходимо также отметить, что при пропитке проницаемость древесины вдоль волокон в несколько сот раз больше, чем поперёк и чем выше вязкость пропитывающего агента, тем меньшее его количество в процентном соотношении будет проникать в древесину в направлении поперёк волокон, т. е. в плоть древесины.

Из этого следует, что для пропитки древесины с целью применения её в качестве лицевого покрытия паркета, нужно использовать полимеры вязкостью 15 с по ВЗ-4.

Методы пропитки, упомянутые выше, показали хорошие результаты по улучшению физико-механических свойств березы и осины, но были довольно дорогостоящими и трудоемкими. Для упрощения технологического процесса был предложен метод поверхностной пропитки алкидно-уретановыми, алкидными и акриловыми составами с последующим плоским одноосным прессованием или уплотнением прокаткой между вальцами. Технологический процесс обработки этим методом состоял из нанесения

пропиточного состава на поверхность образцов, выдержки для впитывания состава в древесину, уплотнения (прессования) в течение четырех минут под давлением 12 МПа при температуре 120 °С и технологической выдержки для завершения полимеризации состава и стабилизации образцов. Максимальные результаты по статической твердости образцы из березы показывают при выдержке после нанесения состава до прессования в течение двух часов (45–55 Н/мм²), что превышает показатели немодифицированного дуба примерно на 10–15 МПа. Предел прочности при статическом изгибе у образцов из осины составляет 80–85 МПа, из березы – 140–145 МПа также при выдержке в течение 2 ч. Если учесть, что паркетные покрытия выкладываются на ровную горизонтальную поверхность и не испытывают большой изгибающей нагрузки, то статическая прочность на изгиб несильно скажется на качестве готового покрытия.

Важным показателем для напольных покрытий является стойкость на износ, и эталоном является дуб, истираемость которого 13 %. Модифицированная береза ближе всего к дубу – истираемость составляет 13,3 %, модифицированная осина имеет истираемость 14 %. Результаты исследования показали, что чем больше давление и упрессовка заготовок при прессовании (от 1,5 до 2 мм), тем лучше показатели по прочности и истираемости образцов, так как значительно возрастает плотность древесины.

Помимо значительного увеличения прочности, модифицированная древесина березы и осины обладает комплексом улучшенных свойств по сравнению с исходной натуральной древесиной, а именно:

- разбухание и водопоглощение уменьшается в 1,5 – 2 раза;
- твердость увеличивается в 2 раза;
- прочность на истирание повышается в 2–3 раза;
- долговечность паркетного покрытия повышается в 2–3 раза;
- улучшаются декоративные свойства древесины;
- сохраняются геометрические размеры и физико-механические показатели в условиях переменной влажности и температуры.

Предлагаемый химико-механический способ модифицирующей обработки заготовок из древесины березы и осины позволяет значительно улучшить

их физико-механические и эстетические свойства и гидрофобность, следовательно, повысить потребительские и эксплуатационные показатели, такие как износостойкость, истираемость, прочность, твердость, стабильность размеров, формы и т.д. При этом получается монолитный материал с заранее заданными свойствами, который с успехом может заменить древесину ценных твердолиственных пород, а благодаря гидрофобности и приятному внешнему виду после прессования (цвет и блеск) появляется возможность исключить из технологического процесса сложный и трудоемкий процесс нанесения лакокрасочного покрытия. Наиболее интересным направлением использования модифицированной таким способом древесины является изготовление лицевого покрытия пола или штучного паркета, так как напольное покрытие из древесины должно быть наиболее качественным по эксплуатационным, декоративным и экологическим показателям в применении как для жилых, так и для общественных помещений. Качество любых напольных покрытий оценивается по многим показателям, основными из которых в соответствии с ГОСТ 862.4-85 «Паркет штучный» являются:

- абразивная устойчивость (сопротивление истиранию);
- сопротивление длительным нагрузкам (давлению, смятию);
- ударопрочность;
- устойчивость к царапинам и трещинам;
- устойчивость к ультрафиолету, выгоранию (светостойкость);
- термостойкость (жаростойкость, устойчивость к действию горячей сигареты);
- экологическая безопасность;
- гигиеничность (простота уборки);
- гидрофобность (невпитывание влаги).

Проведенные исследования и испытания опытных образцов показали их полное соответствие установленным требованиям к напольным покрытиям из древесины. Технологический процесс изготовления штучного паркета из мягколиственных пород древесины (березы, осины) состоит из 5 основных технологических операций и может быть реализован на любом деревообрабатывающем предприятии.

УДК 674.047.3

*А.В. Кошкин, Д.С. Стрижаков
(A.V. Koshkin, D.S. Strijakov)
ООО «Строник», Екатеринбург*

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ТРАДИЦИОННЫХ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР И КАМЕР, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ
«МЯГКИЙ УСКОРЕННЫЙ РЕЖИМ», ОСНОВАННЫЙ НА ЭФФЕКТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
СЛАБЫХ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
(COMPARATIVE ANALYSIS OF PRODUCTION PERFORMANCE OF TRADITIONAL DRYING
CHAMBERS WITH CAMERAS USING “SOFT FAST MODE” BASED ON THE EFFECT
THE ACTION OF WEAK LOW-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS)**

Проведенный сравнительный анализ производственных показателей традиционных сушильных камер с камерами, использующими «мягкий ускоренный режим», показал увеличение производительности на 92,4% и снижение затрат на 27%.

The comparative analysis of operational performance of traditional drying cameras with the cameras using “the soft accelerated mode”, showed increase in productivity at 92,4% and decrease in expenses for 27%.

Для дальнейшего сравнения результаты работы сушильных камер, спроектированных по отличным друг от друга технологиям, полученные в ходе обработки первичных данных за 2013 г., представлены ниже [1].

Напоминаем, что камеры №1 и №2 (проектирование и комплектацию оборудованием осуществляла компания «Строник») работают на новой технологии «мягкого ускоренного режима», основанного на эффекте воздействия на воду слабых низкочастотных электромагнитных полей [2].

А камеры №3, №4 и №5 (проектирование и комплектацию оборудованием осуществляла компания «Проксервис») работают по традиционной технологии на

базе режимов, указанных в «Руководящих технических материалах» («Медисоновские режимы сушки», основанные на равновесной влажности древесины) [3].

Как видно из полученных данных, при плановом превышении в 42,1% фактическое превышение производительности сушильной камеры, работающей по технологии «мягкого ускоренного режима», над производительностью камеры, работающей по традиционной технологии «Медисоновских режимов», составило 92,4%.

Для более объективной оценки достигнутых показателей приведём некоторые особенности участка, существенно повлиявшие на результаты.

	Камеры №1 и 2	Камеры №3, 4 и 5
<i>Фактические показатели работы за период 365 дн.</i>		
Средняя продолжительность сушки по видам камер, ч	132	161
Вместимость камеры в условном материале (40 мм), м ³	50	43
Общее количество произведённых сушек, шт. (шт. камер)	75	68
Количество высушенного условного материала, м ³	3750	2924
Общее превышение, %	128,2	100
Средняя выработка в перерасчёте на 1 камеру, м ³	1875,0	974,7
Превышение фактической производительности 1 камеры, %	192,4	100,0

	Камеры №1 и 2	Камеры №3, 4 и 5
<i>Расчётные плановые показатели работы ОДНОЙ камеры за период 365 дн.</i>		
Количество плановых часов работы в году, ч	8760	8760
Коэффициент технической готовности	0,92	0,92
Принятое время работы камер, ч	8033	8033
Принятая продолжительность цикла сушки, ч	128	157
Расчётное количество сушек, шт.	63	51
Расчётный объём высушенного пиломатериала, м ³	3138	2200
Превышение плановой производительности:		
м ³	938	0
%	142,6	100

1. Из-за кран-балки, установленной для перемещения пиломатериала в цехе, возникли серьёзные ограничения размеров камер по высоте (не более 5 м) и ширине (до 9 м). При этом согласно выданному техническому заданию вместимость стандартных сушильных пакетов при погрузке вилочным погрузчиком должна составлять не менее 50 м³.

В этих условиях при соблюдении всех «канонических» требований по количеству подаваемого калориферами тепла, а также для создания необходимого давления и скорости воздуха в камеру помещалось только 43 м³ условного пиломатериала, что и было воплощено в жизнь компанией «Проектсервис».

Компанией «Строник» увеличение объёма загрузки до заданного было решено необычной конфигурацией рабочего пространства камеры (рисунок):

- тепловентиляционный узел и систему климата разместили только вдоль задней стенки камеры;
- отказались от стационарного металлического фальш-потолка в пользу съёмного брезентового из-за отсутствия реверса при сушке по технологии «мягкого ускоренного режима».

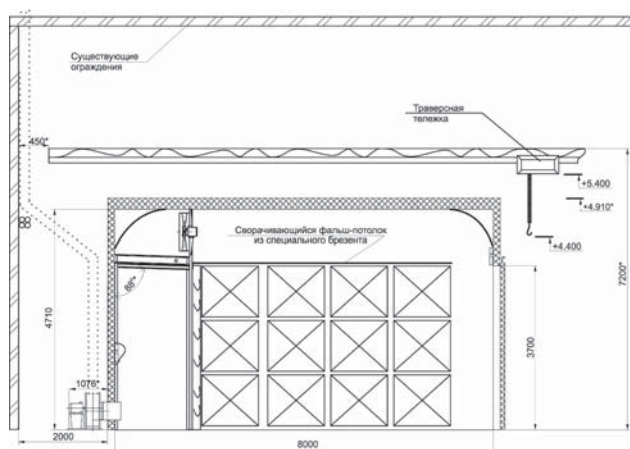


Схема компоновочного решения камеры

2. При загрузке камер в них с завидным постоянством устанавливаются пакеты с различной толщиной пиломатериала. Одновременно может производиться сушка досок толщиной 25, 32, 37, 42 и 53 мм.

При одновременной сушке вышеуказанного ассортимента по традиционной технологии получить качественный материал без внутренних напряжений и приблизительно одинаковой влажности теоретически и практически невозможно. А при недостатке температуры теплоносителя сушка значительно затягивается по времени либо прекращается совсем.

При сушке по технологии «мягкого ускоренного режима» оба вышеуказанных фактора (совместная сушка пиломатериала разной толщины и периоди-

ческое снижение температуры теплоносителя) заранее предусмотрены технологией и подкреплены соответствующим конструктивным исполнением камеры, что соответственно приводит лишь к относительно небольшому увеличению продолжительности и допустимому по третьей категории разбросу влажности материала при сушке выше 10 % и никак не влияет на влажность при сушке менее 10 %. Это наглядно подтверждают данные, приведённые в таблицах сушки [1].

3. Проблема постоянного контроля за надлежащим содержанием психрометрического блока (проведение доливки дистиллированной воды и смена марлевого фитиля – отмечены в первичных документах) в новых сушильных камерах решена достаточно просто – его нет. Весь контроль и управление процессом ведётся по показаниям сухих термометров, установленных на входе и на выходе из штабеля.

4. При отсутствии качественной водопроводной воды на поддержание заданных параметров влажности воздуха в камере возникают проблемы с работой форсунок.

При сушке по технологии «мягкого ускоренного режима» в использовании воды нет необходимости. Традиционная влаготеплообработка принципиально отсутствует. Её роль выполняет блок-модуль «НАНО», создавая внутри камеры модулированное электрическое поле в диапазоне частот от 1 до 10 кГц с мощностью не более 10 Вт и амплитудой от 9 до 12 В. Изменение частотной модуляции происходит в зависимости от влажности пиломатериала в камере. Данное электромагнитное поле не оказывает вредного воздействия на рабочем месте оператора [4].

Достигнутое ускорение может быть объяснено только тем, что новая математическая модель, применённая в расчётах и конструировании сушильных камер, отличается от традиционных принципов, заложенных «Медисоновскими режимами», и имеет другие зависимости процесса от толщины и влагосодержания пиломатериала. Дополнительное преимущество наблюдается в чисто практическом управлении процессом. Кратность изменения новых режимов соответствует суткам, что позволяет производить переключение и контроль персоналу ИТР, работающему только в одну смену (всегда в одно и то же удобное для него время, как правило, в начале смены), что практически невозможно при традиционном режиме. Режимы, рекомендованные к применению производителями сушильных камер, приведены в табл. 1.

Сравнительный расчёт затрат на сушку пиломатериалов произведён по стандартной общепринятой технологической карте исходя из плановых показателей сушки по двум технологиям.

Плановая экономия затрат на камерах технологии «мягкого ускоренного режима» составила 263 руб. на кубометр пиломатериала. Расчёт представлен в табл. 2.

Качество сушки древесины на предмет равномерности влажности и наличия внутренних напряжений, оценивалось только в процессе изготовления изделий и отдельно не фиксировалось. В технологии производства обшивки по ГОСТ 8242—88 есть контрольная точка, позволяющая достаточно точно определять соответствие двух вышеуказанных параметров требуемому качеству [5]:

1) пиломатериал толщиной 32, 47 и 53 мм проходит через горизонтальный делительный станок. Если появляется коробление, более 1-2 мм, то оно достаточно хорошо видно при выходе пиломатериала из станка и последующем складировании. При обнаружении внутренних напряжений технолог, как правило, сразу делает запись в «тетрадь сушки»;

2) после делительного станка замер влажности срединной части пиломатериала выборочно производится обычным влагомером.

При обнаружении отклонений, выходящих за допустимые пределы, технолог производит запись в «тетрадь сушки» в графе «примечание» и информирует производителя сушильной камеры.

Судя по записям, после настройки и обучения работе при сушке «мягким ускоренным режимом» вопросов с внутренними напряжениями не возникало, а в других камерах из-за плохой водоподготовки

и соответственно плохой работы форсунок вопрос с напряжениями решался путем отключения подачи воды в конечный период сушки и более длительной выдержки пиломатериала в камере.

Проблема с неравномерностью сушки по пакетам во всех камерах на начальном этапе была вызвана недоделками камер – неровный пол с уклоном, отсутствие брезентового фальш-потолка – и низкими профессиональными качествами начальника цеха и технолога. После смены начальника цеха, технолога и доведения пола до отметок, указанных в проекте, разброс влажности по пакетам значительно снизился. Это можно видеть в «тетрадах сушки» по записи: «отправлено на досушку» либо «продолжить сушку».

В данный момент на предприятии из-за организационно-технических неувязок закрепилась устойчивая практика одновременной загрузки в камеру пиломатериалов различного сечения по пакетам (один пакет – одно сечение). Судя по первичным документам, особых проблем с одновременной сушкой «мягким ускоренным режимом» толщин 32, 37, 42, 47 и 53 мм до влажности 14 % по третьей категории качества не возникает. Зачастую производится извлечение из камеры крайнего вертикального ряда пакетов, который из-за особенностей режима высыхает только до 12 %, но на сутки раньше, чем последующие вертикальные ряды, имеющие в этот момент влажность 14, 16 и 18 %, а на его место устанавливается на одни сутки для досушки ряд пакетов из камер № 3, № 4 и № 5 с влажностью от 18 до 24 %.

В дальнейшее производство поступал только пиломатериал, соответствовавший принятым на предприятии параметрам влажности для производства погонажных изделий.

Таблица 1

Режимы сушки пиломатериала

Мягкий ускоренный режим в камерах № 1, № 2			Классический режим в камерах № 3, № 4 и № 5			
Степень сушки	Температура на входе в штабель, °С	Продолжитель- ность, ч	Степень сушки	Темпе- ратура, °С	Влажность воздуха, %	Продолжи- тельность, ч
Прогрев	До 47	По факту	Прогрев	До 45	97	По факту
1	47	24	1	45	97	3
2	50	24	2	48	82	5
3	55	48	3	50	60	45
4	60	24	4	58	40	8
Охлаждение	3 °С в час до разницы температуры с цехом 20 °С		5	60	29	60
Примечание. Переход со степени на степень можно осуществить раньше при условии разницы температур входа и выхода не более 3 °С			6	62	83	4
			7	62	60	4

Таблица 2

Сравнительный расчёт плановых затрат на сушку

№	СТАТЬИ РАСХОДОВ	РТМ	МУР
1	Цена камеры (фундамент, оборудование, корпус, автоматика), руб.	1710000	1810000
2	Годовая амортизация, руб. (при нормативе 7,5 % в год)	128250	135750
3	Объём загрузки, м ³	43	50
4	Время цикла, ч	157	128
	в том числе:		
4.1	прогрев, ч	10	10
4.2	сушка, ч	137	108
4.3	охлаждение, ч	10	10
4.4	загрузка, выгрузка, техническое обслуживание, ч	8	8
5	Количество часов работы в год, ч	8033	8033
6	Годовое количество циклов сушки	51	63
7	Годовая производительность камеры, м ³	2200	3138
8	Часовое потребление электроэнергии, кВт	16	16,1
9	Время работы вентиляторов во время цикла сушки, ч	157	128
10	Годовой расход электроэнергии, кВт·ч	128528	129331
11	Затраты на электроэнергию, руб. в год (при цене 5 руб./кВт·ч)	642640,00	646656,50
12	Расход тепловой энергии на сушку, кВт/м ³	260	180
	в том числе:		
12.1	нагрев и испарение воды, кВт/м ³	230	150
12.2	теплопотери ограждающих конструкций, кВт/м ³	30	30
13	Годовой расход тепловой энергии, кВт	572031	564820
14	Стоимость тепловой энергии (по тарифам энергокомпаний), руб./кВт	0,77	0,77
15	Затраты на тепловую энергию, руб. в год	440464,23	434911,64
16	ФОТ операторов (4 чел·15000 руб./мес.), руб./год	720000	720000
17	Затраты на укладку, руб./м ³	73,55	73,55
18	Стоимость прокладок, руб./м ³	10000	10000
19	Нормативный срок службы прокладок, циклов сушки	13	15
20	Количество прокладок на камере, м ³	1,14	1,32
21	Стоимость прокладок на камере, руб.	11400	13200
22	Затраты по прокладкам на 1 цикл сушки, руб.	876,92	880,00
23	Затраты по прокладкам на 1 м ³ сушки, руб.	20,39	17,60
24	Свод затрат по переделам сушки, руб./ м ³		
24.1	амортизация, руб./м ³	58,29	43,26
24.2	электроэнергия, руб./ м ³	292,09	206,08
24.3	тепловая энергия, руб./м ³	200,20	138,60
24.4	ФОТ операторов, руб./м ³	327,25	229,45
24.5	ФОТ укладчиков, руб./м ³	73,55	73,55
24.6	расход прокладок, руб./м ³	20,39	17,60
25	Итоговая себестоимость сушки, руб./м ³	971,78	708,55
26	Снижение затрат при сушке по новой технологии МУР, руб./м ³	–	263,24
27	Объём высушенного пиломатериала, необходимый для компенсации разницы стоимостей камер, (1 810 000 -1 710 000)/263.24, м ³	–	379,88
28	Количество сушек, необходимое для компенсации разницы стоимостей камер, целых шт.	–	8
29	Период возмещения разницы стоимостей камер, рабочих дней	–	41

Вывод

1. Заложенная техническая надёжность и простота обслуживания при эксплуатации сушильных камер, работающих на «мягком ускоренном режиме», позволила при запланированном увеличении производительности на 42,6 % по факту достигнуть показателя в 92,4 % в сравнении с обычными камерами.

2. Снижение затрат составило 27 % – 263 руб. на кубометр.

3. При внедрении новой технологии «мягкого ускоренного режима» в Свердловской области при

сушке только 50 % производимых пиломатериалов – 500 тыс. м³, экономический эффект составит не менее 130 млн руб. в год.

Библиографический список

1. Кошкин А.В., Стрижаков Д.С. Таблицы сравнения производственных показателей традиционных сушильных камер с камерами, использующими «мягкий ускоренный режим», основанный на эффекте воздействия слабых низкочастотных электромагнитных полей. Екатеринбург, 2013.

2. Кошкин А.В. Проект модернизации сушильных камер на основе использования низкочастотного волнового эффекта: отчет о НИР, номер проекта СЛ-20. Екатеринбург, 2007.

3. Руководящие материалы по камерной сушке пиломатериалов. Архангельск: ЦНИИМОД, 1985.

4. Протокол измерений электромагнитных излучений от 20 марта 2012. Екатеринбург: Центр охраны труда, 2012.

5. ГОСТ 8242—88. Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства. М.: ИПК Стандартов, 2002.

УДК 332.133.4

*М.В. Кузьмина
(M.V. Kuzmina)
УГЛТУ, Екатеринбург,
С.А. Булах
(S.A. Bulakh)*

*Министерство общего и профессионального образования
Свердловской области, Екатеринбург*

ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ И ПРЕДПОЧТЕНИЯ МАЛОГО ЛЕСНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА (SELECTIVITY AND PREFERENCES OF SMALL FOREST BUSINESS)

Представлены результаты статистического обследования малых лесных предприятий Уральского региона.

Results of statistical inspection of the small forest enterprises of the Ural region are presented in article.

Проблема развития малого лесного предпринимательства окончательно не решена [1, 2]. Все ученые и производственники лесного комплекса единодушны во мнении, что огромный лесной потенциал страны задействован частично. И это несмотря на то, что на значительных территориях с огромными запасами древесины отмечены факты не только «скрытой», но и официально зарегистрированной безработицы, а древесина остается востребованным сырьевым ресурсом промышленности и строительства.

Сотрудники кафедры экономики лесного бизнеса УГЛТУ почти десять лет изучают проблему, связанную с лесным комплексом вообще и с малым предпринимательством в частности. Уже рассмотрены отдельные грани проблемы, есть соответствующие научные публикации. Выдвинута гипотеза о зависимости масштабов и профиля малого предпринимательства от техноэкономического облика конкретного

отраслевого производства (Бирюков П.А., Булах С.А. Кузьмина М.В., 2008,2012). Выводы по результатам исследования однозначны – чем выше техноэкономический облик i-го производства отрасли, тем меньше вероятность вовлечения его в сферу малого предпринимательства.

В 2011–2012 гг. сотрудниками кафедры обследованы 102 малых предприятия лесопромышленного профиля Уральского региона с целью подтверждения практикой хозяйствования результатов ранее выполненных теоретических изысканий (табл. 1).

При отборе объектов изучения учтен принцип случайности выборки (для обеспечения должной репрезентативности). В выборку попали предприятия, ориентированные на 4 блока производств:

- 1 – лесное хозяйство и лесозаготовки,
- 2 – деревообработка, включая лесопиление,
- 3 – производство целлюлозы, бумаги, картона,
- 4 – производство мебели.

В первую очередь перечень обследованных малых предприятий обусловлен их отраслевой принадлежностью, географической близостью к вузу (для экономии командировочных расходов) и готовностью к сотрудничеству руководителей (собственников) малых предприятий.

Группа обследуемых объектов (выборка) от числа предприятий, осуществляющих свою деятельность на территории Свердловской области, составляет почти 2,5 %, что вполне соответствует требованиям подобного статистического наблюдения. По доле каждого производственного блока в выборке есть отклонения от отраслевой структуры действующих предприятий. Так, удельный вес предприятий-представителей лесного хозяйства и лесозаготовок в выборке больше, чем в отраслевой структуре (39 % против 28 %), главным

образом потому, что они чаще других доступны для получения информации. Меньше доля мебельных предприятий (15 % против 24 %). При этом практически совпадают данные по деревообрабатывающим предприятиям – 44 % против 45,5 % и ЦБП – 2 % против 2,5 %.

Тем не менее считаем полученные материалы пригодными для формирования определенного мнения о предпочтениях малого лесного бизнеса в выборе направлений экономической деятельности.

В табл. 2 представлены результаты обработки полученной информации. Значительная часть обследуемых предприятий Свердловской области расположены в Екатеринбурге (32 из 78). Неслучайно, что из 15 мебельных предприятий 12 также находятся в областном центре.

Таблица 1

Оценка репрезентативности обследуемой выборки

Виды экономической деятельности	Количество малых предприятий			
	Осуществляющие деятельность*	Отраслевая структура, %	Обследуемые	Структура выборки, %
Лесное хозяйство и лесозаготовки	941	28	40	39
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели	1539	45,5	45	44
Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона	86	2,5	2	2
Производство мебели	819	24	15	15
ИТОГО по отраслям лесного комплекса	3385	100	102	100

* Данные с сайта территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области <http://www.ersds.e-burg.ru/observ/DocLib1/>

Таблица 2

Информация о малых предприятиях региона

Показатели	Всего	В том числе				
		Свердловская область	Пермский край	Тюменская область (включая ХМАО)	Челябинская область	Курганская область
1. Размещение малых предприятий	102	78	5	12	4	3
2. Основной профиль деятельности						
а) лесозаготовки	40	28	3	6	2	1
б) лесопиление	31	20	2	5	2	2
в) деревообработка (включая столярное производство)	14	13	–	1	–	–
г) производство мебели	15	15	–	–	–	–
д) производство бумаги	2	2	–	–	–	–
3. Характер собственности						
а) частная	89	58	4	9	4	3
б) муниципальная	13	9	1	3	–	–

Другие области Урала учтены в значительно меньшей степени. Тем не менее обработанная информация даёт основания для важных выводов. Практически все малые предприятия, включенные в группы – а) лесозаготовки; б) лесопиление; в) деревообработка, – развиваются в направлении комбинирования.

В частности, малые предприятия лесозаготовительного профиля параллельно имеют цехи лесопиления и участки деревообработки. Предприятия группы «лесопиление» в то же время выпускают погонажные и столярные изделия. Предприятия деревообработки ведут строительно-монтажные работы; оформление интерьеров офисов и жилых домов, а в ряде случаев организовали торговое дело.

Иная картина складывается при знакомстве с мезельным направлением лесного бизнеса. Для его представителей свойственна узкая специализация (конкретный вид продукции); аренда производственных площадей и отсутствие обременений (нет собственных паросилового и энергохозяйства).

Иностранно выглядят в общем перечне 2 предприятия по производству бумаги; они скорее исключение из общего правила. Дело в том, что указанные предприятия перерабатывают макулатуру для изготовления санитарно-гигиенических изделий и немасштабны, как большинство предприятий ЦБП. Поэтому они попадают в категорию малых предприятий по лимиту численности – не более 100 человек.

Особый интерес представляет информация на рисунке. Факты подтверждают ранее высказанное мнение – малый лесной бизнес предпочитает производства с низким техноэкономическим обликом, т. е. не связанные с наукоемкими технологическими схемами и не требующие значительных инвестиций.

Обработка информации за период 2008–2012 гг. о производственной ориентации малого лесного бизнеса и его распространенности в условиях Среднего Урала даёт основания для следующих выводов.

1. На данном этапе, откликаясь на предложения высших органов власти, малый лесной бизнес проявляет определённую избирательность при реализации своих намерений. При этом решающее значение играют жизненный и практический опыт его участников, а не научные рекомендации и резюме выполненных бизнес-планов.

2. Практически все обследованные малые предприятия не созданы с «нуля», а сформированы на базе промышленных зон бывших предприятий, подсобных цехов аграрного сектора, цехов товаров народного потребления бывших лесхозов, строительных участков и торговых баз хозяйствующих субъектов, как правило, банкротов; или на арендуемых площадях.

3. Малый лесной бизнес из-за ограниченности финансовых ресурсов нацелен на производства с низкой фондёмкостью, при этом выдерживает курс на комбинирование с целью минимизации накладных расходов и достижения рентабельности своей продукции.

4. В подавляющем большинстве случаев продукция малого лесного предпринимательства предназначена только для насыщения местного рынка лесных материалов.

5. Участие в малом бизнесе для большинства его представителей в «лесной глубинке» – не способ реализации личных амбиций (становление как собственника; карьерный рост; продвижение по социальной лестнице, обогащение), а элементарная необходимость – обеспечение жизненных потребностей.

Результаты исследования представляют как научный, так и практический интерес при изучении проблемы мотивации малого предпринимательства, целевых установок его участников и разработке прогноза развития малого лесного бизнеса региона в ближайшей перспективе.



Группировка предприятий по техноэкономическому облику:

I – лесозаготовки, подсоска леса;

II – деревообработка I степени сложности (производство пиломатериалов, шпал, комплектов ящичной тары, тещепы);

III – деревообработка II степени сложности (производство столярных изделий, мебели, лыж);

IV – деревообработка III степени сложности (производство фанеры, клееного бруса, мебельного щита);

V – деревообработка IV степени сложности (производство ДСП, ДВП, МДФ);

VI – производство целлюлозы (варка целлюлозы сульфитная, сульфатная);

VII – производство бумаги, картона;

VIII – лесохимическое производство (производство древесного угля, уксусной кислоты, эмалей, размягчителей, растворителей);

IX – производство канифоли, скипидара, камфары, лаков

Библиографический список

1. Бирюков П.А., Булах С.А. Формат малого предпринимательства в лесопромышленных производствах // Лесн. вестник. 2008. №3. С. 167–171.
2. Бирюков П.А., Кузьмина М.В., Булах С.А. К оценке возможностей малого лесного предпринимательства в регионе // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Екатеринбург: УГЛТУ. 2012. С. 7–10.
3. О неотложных мерах по развитию малого и среднего предпринимательства в Свердловской области в 2009 г.: постановление правительства Свердловской области № 1403-ПП от 26 декабря 2008 г.
4. Об исполнении Закона Свердловской области «О развитии малого и среднего предпринимательства в Свердловской области»: постановление Областной думы Законодательного собрания Свердловской области № 259-ПОД от 22 июня 2010 г.

УДК 694:699.865

Ю.Б. Левинский
(J.B. Levinskiy)
УГЛТУ, Екатеринбург
А.А. Ушницкий
(A.A. Ushnitskiyi)
ЯГСХА, Якутск
М.Ф. Лавров
(M.F. Lavrov)
СВФУ, Якутск

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ТИПА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КАРКАСНОГО ДОМА (SELECT TYPE OF GOOD INSULATION FOR ENERGY EFFICIENCY OF A FRAME HOUSE)

Рассмотрены строительные материалы, применяемые в малоэтажном деревянном домостроении, и их сравнительные характеристики. Приведены теплотехнические расчеты стеновых конструкций каркасных деревянных домов с различными теплоизолирующими материалами.

The aim of this work is a matter of choice insulating material such as the argument of the integral index of energy efficiency as a wooden house as a whole.

Considered building materials used in low-rise wooden building and in their comparative performance. Given thermal engineering calculations wall construction frame wooden houses with a variety of insulating materials.

Целью данной работы является вопрос выбора теплоизолирующего материала как аргумента функции такого интегрального показателя, как энергоэффективность деревянного дома в целом.

Основной особенностью климата Якутии является резкая континентальность, проявляющаяся в значительных годовых колебаниях температуры. Годовые амплитудные колебания среднемесячных и абсолютных температур составляют 62 и 102 °С в г. Якутске, 52 и 95 °С в Олекминске, 45 и 85 °С в Алдане. Продолжительность безморозного периода равна 95 дням в г. Якутске, 100 дням в Олекминске и 97 дням в Алдане. Средняя продолжительность устойчивых морозов варьирует: в г. Якутске – 185, Олекминске – 174, Алдане – 177 дней; температура

варьирует от –64 до +38 °С в г. Якутске, –59 до +36 °С в Олекминске и от –51 до +34 °С в г. Алдане [1].

Годовые колебания температуры в Центральной Якутии [2] можно выразить в виде:

$$t_n^r(\tau) = t_{cp}^e + A_t^r \cos \frac{\pi}{4380} \tau, \quad (1)$$

где t_{cp}^e – среднегодовая температура;

A_t^r – амплитуда годового колебания температуры;

τ – время в сутках (условно 1 сут равны 1° и все месяцы имеют 30 дней).

Из рис. 1 видно, что минимальные температуры составляют от –40 до –50 °С и наблюдаются с середины ноября до середины февраля. Положительная температура наблюдается с апреля по август включительно. Средняя температура самого жаркого месяца

$t_{\max} = 20^{\circ}\text{C}$, а самого холодного $t_{\min} = -50^{\circ}\text{C}$, годовой перепад низкой и высокой температур составляет 70°C . Еще более значителен перепад низкой и высокой температур года (более 100°C).

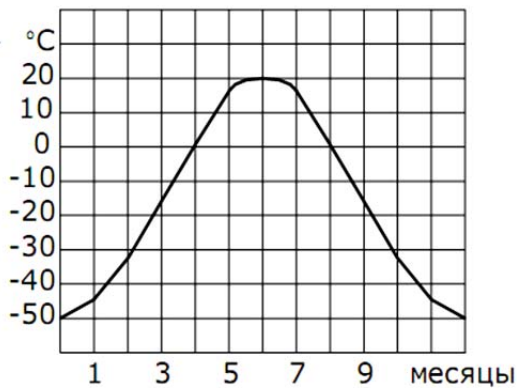


Рис. 1. Годовые колебания температуры в Центральной Якутии

В соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 в табл. 1 приведены значения требуемого R_{reg} и допустимого R_{min} сопротивлений теплопередаче наружных стен и совмещенных покрытий для г. Якутска.

В настоящее время на рынке Якутии в сфере малоэтажного частного домостроения наиболее часто применяемыми являются технологии строительства домов из монолитного (блочного) пено(газо)бетона и массивных или каркасных деревянных конструкций. При этом снижение теплопроводности конструкций достигается за счет применения различных теплоизоляционных материалов. Следуя логике, можно было бы утверждать, что снижения теплотерьер можно добиться увеличением толщины этих слоев, однако такой подход ведет к увеличению себестоимости постройки. Строители в лучшем случае руководствуются расчетами оптимального сочетания толщины несущих стеновых конструкций и теплоизолирующих материалов, в худшем применяют имеющиеся на рынке типоразмеры «на глазок». Поэтому кардинально затраты на обогрев зданий при этом не изменяются и остаются существенной статьей расходов

в семейном бюджете. Более того, некоторые материалы зачастую оказываются вредными для человека или в случае сочетания с деревянными конструкциями сводят на нет микроклимат в жилых помещениях.

В последнее время наметилась тенденция изменения стиля жизни и требований, предъявляемых к жилищу. Сейчас людей уже не устраивает только крыша над головой, они требуют соответствующий уровень внутренней отделки, санузла в доме, стеклопакетов, оригинальных архитектурно-планировочных решения и ландшафтный дизайн прилегающей территории, а искушенные – уникальной энергетики, микроклимата и экологичности, присущих только домам, построенным из древесины и естественных природных материалов.

Анализ рынка показывает, что в общем объеме деревянного домостроения наметилась тенденция увеличения доли каркасных домов с различными вариантами теплоизолирующих материалов. Теплоизоляционные материалы можно разделить на три основные группы:

- 1) минераловатные материалы;
- 2) пенополистирол и его подвиды;
- 3) материалы на основе органических компонентов.

Минераловатные материалы относительно легко монтируются в конструкции стеновых панелей простой геометрической формы. На этом преимущество данных утеплителей заканчивается. Форма таких утеплителей превращается в серьезный недостаток, когда нужно работать со сложными и неровными поверхностями. Данные материалы содержат ядовитые фенольные соединения. В процессе эксплуатации в минераловатных материалах образуются конденсат, плесень, усадка и, как следствие, мостики холода в швах утеплителя. Увлажнение минваты на 1% увеличивает теплопроводность на 8%, появление разрывов вследствие усадки на 4% приводит к 25% потере тепла всей стеновой конструкцией. Минераловатные материалы не «дышат» и приводят к образованию «парникового эффекта» в помещении, что полностью нейтрализует достоинства деревянного дома.

Таблица 1

Значения требуемого R_{reg} и допустимого R_{min} сопротивления теплопередаче наружных стен и совмещенных покрытий для г. Якутска

Район строительства	Назначение здания	Условия эксплуатации	$D_{\text{д}}$, °C · сут	$R_{\text{reg}} / R_{\text{min}}$, $\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	
				Стены	Перекрытия
Якутск $t_{\text{ext}} = -54^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{int}} = -20,6^{\circ}\text{C}$; $Z_{\text{нт}} = 256$ сут	Жилые	A	10650	5,13/3,23	7,53/6,02
	Общественные	A	10394	4,32/2,72	5,76/4,61
	Производственные	A	9370	2,87/2,30	3,84/3,07

Низкая паропроницаемость пенополистирола и его подвидов также приводит к образованию плесени и грибка, а в результате к разрушению конструкций, ухудшению микроклимата в помещении. Самым большим недостатком пенополистирола является повышенная горючесть и токсичность, что ограничивает его применение согласно действующим строительным и пожарным нормам.

Эковатой же одинаково легко можно изолировать пространство любой степени сложности, она лишена вышеуказанных недостатков, «дышит» подобно дереву, великолепно держит тепло даже в переувлажненном состоянии, не смерзается, ведет себя как древесина – выравнивает влажность, обладает отличными звукоизолирующими свойствами.

Рассмотрим основные виды теплоизолирующих материалов и конструкций стен в деревянном исполнении. Результаты теплотехнического расчета в ПО «OVENTROP OZC» рассматриваемых конструкций приведены в табл. 2.

Визуализация результатов теплотехнических расчетов стеновых конструкций приведена на рис. 2.

Результаты теплотехнического расчета показывают, что расчетная толщина теплоизолирующего слоя для различных материалов незначительна. Поэтому произведем анализ качественных характеристик рассматриваемых конструкций.

Анализ положительных и отрицательных сторон также говорит о сравнительно высоких потребительских, качественных, эксплуатационных характеристиках каркасной стеновой панели с наполнением из эковаты.

Таким образом, современный подход к энергоэффективности здания требует следующих строительных решений:

- в современном малоэтажном деревянном каркасном домостроении согласно проведенному анализу и расчетам в качестве теплоизолирующего материала необходимо использовать эковату;
- располагать здания нужно с учетом местности, солнечного освещения, преобладающих ветров;
- форма здания должна быть максимально скомпонована с учетом минимизации площади стеновых конструкций к площади здания в целом;

Таблица 2

Теплотехнический расчет каркасных стеновых конструкций с различными вариантами теплоизолирующего слоя

№	Наименование конструкции	Сопrotивление теплопередаче R, Вт / (C · м ²)		Толщина теплоизоляционного слоя, мм	
		расчетное	типовое	расчетная	типовая
1	Каркасная панель с минераловатным наполнением	5,145	5,698	179	200
2	Каркасная панель с пенополистиролом	5,135	5,435	188	200
3	Каркасная панель с наполнением из эковаты	5,153	5,153	151	151

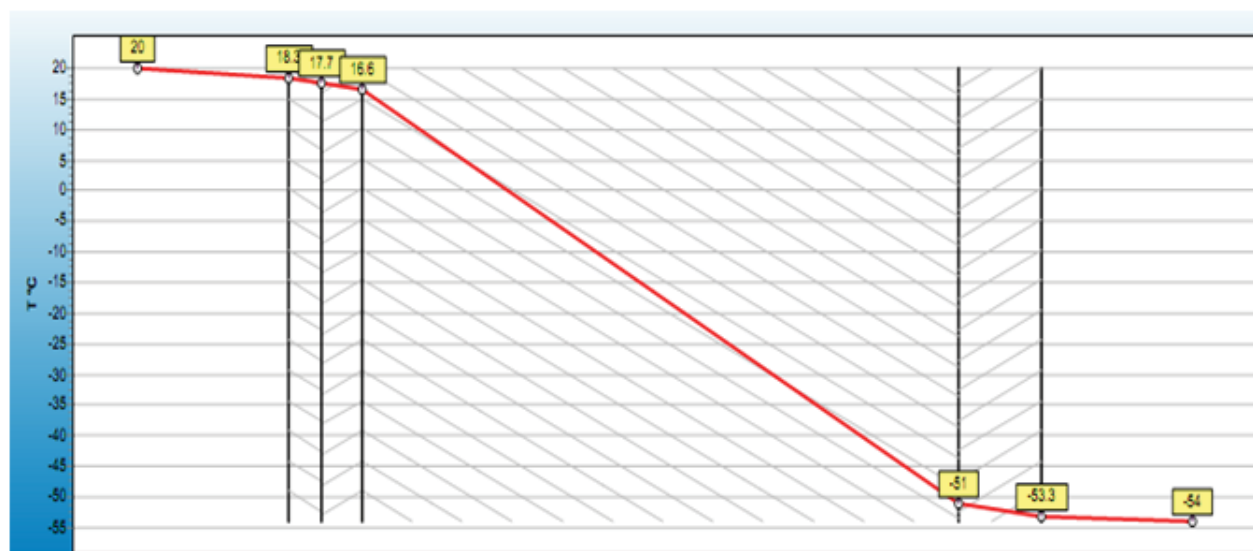


Рис. 2. Распределение температуры по сечению стены в ПО «OVENTROP OZC»

- помещения с большими окнами должны быть расположены на южной стороне, малые окна или их отсутствие – на северной;
- необходимо максимальное использование буферных тепловых зон (теплицы, предбанники, солнечные окна и т.д.);
- наружные ограждения (стены, крыша или перекрытие крыши) должны быть хорошо термоизолированы, герметичны, с минимальным количеством термических утечек;
- необходимо использование наружных окон и дверей с высокой термической изолированностью и повышенной герметичностью;

- необходима ночная изоляция окон;
- должна быть конструкция здания, исключая мостики холода;
- должны применяться балконы специальной конструкции, ограничивающей до минимума термические утечки;
- необходима автоматическая рекуперация вентилируемого воздуха;
- нужна система отопления и горячего водоснабжения с высоким КПД;
- возможно использование солнечных коллекторов для нагрева бытовой горячей воды.

Таблица 3

Анализ сильных и слабых сторон стеновых конструкций

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Стеновая конструкция из бруса	
Простота возведения Экологичность Доступность Ремонтопригодность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Усадка Уплотнение межвенцового пространства Появление трещин Сравнительно высокая теплопроводность Сравнительно высокая стоимость Необходимость устройства облицовочного покрытия
2. Каркасная стеновая панель с минераловатным наполнением	
Простота возведения Доступность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Необходимость устройства облицовочного покрытия Мостики холода Образование плесени и дереворазрушающих грибов Парниковый эффект в помещениях
3. Каркасная стеновая панель с наполнением из пенополистирола	
Простота возведения Доступность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Необходимость устройства облицовочного покрытия Горючесть Мостики холода Образование плесени и дереворазрушающих грибов Парниковый эффект в помещениях
4. Каркасная стеновая панель с наполнением из эковаты	
Простота возведения Ремонтопригодность Экологичность Высокая энергоэффективность	Необходимость устройства облицовочного покрытия Малая распространенность

Библиографический список

1. Тимофеев П.А., Исаев А.П., Щербаков И.П. Леса среднетаежной подзоны Якутии. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1994. 140 с.
2. Буслаев Ю.Н. Прочность цельной и клееной древесины при низких температурах: учеб. пособие. Якутск: Изд-во ЯГУ, 1992. 73 с.

УДК 674.213:692.2

О. К. Леонович, С. П. Судникович
(O.K. Leonovitch, S.P. Sudnikovitch)
(БГТУ, Минск, РБ)

**ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕНОЙ МНОГОСЛОЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ (КМД)
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОМОВ КАРКАСНОГО ТИПА
(PROBLEMS OF GLUED-LAMINATED TIMBER (GLT)
THE CONSTRUCTION OF HOUSES OF FRAME TYPE)**

Проведен теплотехнический расчет древесины, бруса клееного и стеновой панели для домов каркасного типа. Для продления срока эксплуатации рекомендовано проводить биоогнезащиту деревянных конструкций.

The article Thermal calculation of wood laminated beams and power-houses of the new panel to the frame type. To prolong the life of the recommended conduct bio-fire protection of wooden structures.

Древесина как конструкционный материал отличается от прочих материалов, используемых в промышленности и строительстве, высокой изменчивостью своих свойств. Она имеет различные коэффициенты усушки и соответственно разбухания при увлажнении в различных направлениях: в тангенциальном – 0,28, в радиальном – 0,17*. Чтобы уменьшить влияние анизотропии древесины в различных направлениях, необходимо при конструировании деревянных строительных конструкций применять клееную многослойную древесину.

При строительстве деревянных домов в качестве ограждающих и несущих конструкций используется брус деревянный, который имеет ряд недостатков:

- затруднена сушка массивного бруса;
- при эксплуатации сооружений из массивного бруса последние дают усадку до 1,5–3 см на метр высоты строения в течение первого года эксплуатации. При высоте этажа 3 м усадка может достигать 4,5–9 см, что требует выдержки на естественную сушку и усадку от 3 до 12 мес. перед началом внутренней и внешней отделки таких сооружений и монтажом столлярно-строительных деталей;
- размеры бруса ограничены: длина 4–8 м, толщина в среднем 14–22 см;
- сбежистость и пороки, присущие массивной древесине, отрицательно влияют на качество строительных конструкций;
- нормативное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций недостаточное, особенно в местах соединения бревен.

Проведем теплотехнический расчет стены из бруса толщиной 21 см, например для климатических условий Брестской области.

Конструкция стены приведена на рис. 1.

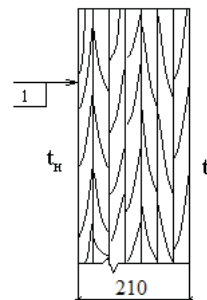


Рис. 1. Конструкция стены:

1 – клееный деревянный брус из древесины сосны

В соответствии с табл. 4.1 СНБ 2.04.01 расчетная температура внутреннего воздуха составляет 18 °С, расчетная относительная влажность – 55%. Влажностный режим помещений в соответствии с табл. 4.2 СНБ 2.04.01 – нормальный, условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б.

Расчетные значения коэффициентов теплопроводности λ , теплоусвоения s и паропроницаемости μ материалов стены приведены в табл. 1.

Тепловая инерция данной конструкции стены составляет:

$$D = \frac{0,210}{0,18} \cdot 4,54 = 5,3. \quad (1)$$

Согласно табл. 5.2 СНБ 2.04.01-97 для ограждающих конструкций с тепловой инерцией $4,0 < D \leq 7,0$ за расчетную зимнюю температуру наружного воздуха следует принимать среднюю температуру наиболее холодных трех суток, которая для Брестской области соответственно составляет минус 23 °С (табл. 4.3 СНБ 2.04.01-97).

* Серговский П. С., Рассев А. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесн.пром-сть, 1987.

Расчетная зимняя температура наружного воздуха составляет $t_p = -23^\circ\text{C}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче по формуле (5.2) СНБ 2.04.01-97:

$$R_{m, \text{треб}} = \frac{1 \cdot (18 + 23)}{8,7 \cdot 6} = 0,78 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}. \quad (2)$$

Расчетное сопротивление теплопередаче стены составляет:

$$R_m = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,210}{0,18} + \frac{1}{23} = 1,32 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} \quad (3)$$

Так как данная конструкция стены является однослойной, то в соответствии с СНБ 2.04.01 определенное значение сопротивления теплопередаче является окончательным. В соответствии с табл. 5.1 СНБ 2.04.01-97 сопротивление теплопередаче данной конструкции стены должно быть не менее $R_{\text{т.норм.}} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, что не выполняется, так как $R_t = 1,32 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Поскольку условие сопротивления теплопередаче стены не выполняется, предложено использовать сборные стеновые панели для домов каркасного типа (рис. 2).

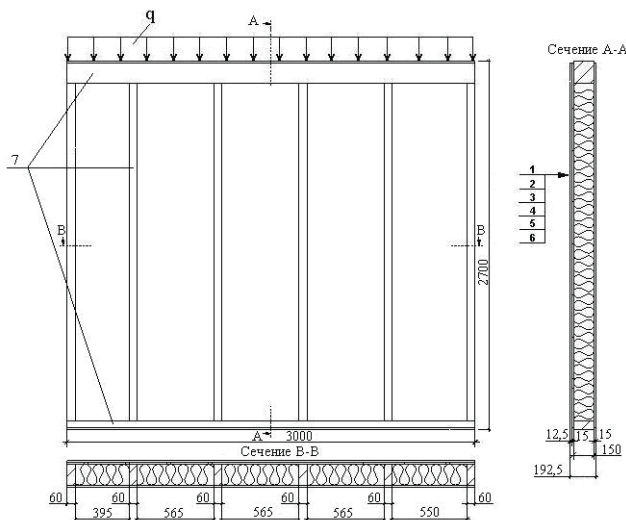


Рис. 2. Схема панели дома каркасного типа:
1 – гипсокартон; 2 – ОСП; 3 – пленка пароизоляционная Изоспан В; 4 – теплоизоляционный материал ИзOVER KL-37; 5 – пленка ветровлагозащитная Изоспан АМ; 6 – ОСП; 7 – деревянный каркас

Стеновая панель для домов каркасного типа состоит из следующих слоев. Внутри располагается деревянный каркас, между стойками которого находится слой из теплоизоляционного материала ИзOver KL-37 толщиной 150 мм. С внутренней стороны материал заизолирован пароизоляционной пленкой и обит гипсокартоном. С наружной стороны изоляционный слой отделен ветроизоляционной пленкой и обит ориентировочно-стружечной плитой типа ОСБ-3. На ориентировочно-стружечную плиту наносится десятимиллиметровый слой штукатурки.

На предложенную стеновую панель разработаны технические условия для Борисовского ДОКа и филиала «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги». Документация согласована с Министерством здравоохранения, МЧС и РУП «Стройтехнорм».

Предложено использовать материалы с расчетными значениями коэффициентов теплопроводности λ , теплоусвоения s и паропроницаемости μ , приведенными в табл. 2.

Проведем расчет сопротивления теплопередаче данной конструкции панели домов каркасного типа (рис. 3). В соответствии с методикой, изложенной в СНБ 2.04.01-97, установлено расчетное сопротивление теплопередаче указанной конструкции, составляющее $2,63 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Конструкция рассчитана с учетом дополнительного десятимиллиметрового слоя штукатурки.

Приведенный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя

$$\lambda_{\text{нр}} = \frac{0,18 \cdot 1,48 + 0,041 \cdot 6,62}{1,48 + 6,62} = 0,066 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}). \quad (4)$$

Согласно требованиям СНБ 2.04.01-97 и последних нормативных документов Министерства архитектуры Республики Беларусь расчетное сопротивление теплопередаче стены должно быть не менее $3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, т.е. должно выполняться условие:

$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,01}{0,21} + \frac{0,150}{0,066} + \frac{0,012}{0,29} + \frac{X}{0,05} + \frac{0,0125}{0,21} + \frac{1}{23} \geq 3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}. \quad (5)$$

Таблица 1

Тепловые характеристики материалов

Материал	Плотность в сухом состоянии ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м · °С), при условиях эксплуатации		Коэффициент теплоусвоения s , Вт/(м ² · °С), при условиях эксплуатации		Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	
Пиломатериалы из древесины сосны	500	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06

Преобразуем приведенное выше выражение для определения толщины дополнительного теплоизоляционного слоя:

$$X = \left(3,2 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,01}{0,21} + \frac{0,150}{0,066} + \frac{0,012}{0,29} + \frac{0,0125}{0,21} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,05 = 0,030 \text{ м.} \quad (6)$$

Принимаем толщину дополнительного теплоизоляционного слоя равной 50 мм.

Теплотехнические испытания панели с утеплителем из минераловатных плит проведены на климатическом комплексе БелНИИС Минстройархитектуры Республики Беларусь в соответствии с ГОСТ 26254-84.

Приведенное сопротивление теплопередаче рассматриваемой стеновой панели дома каркасного типа с дополнительным утеплением с наружной стороны плитами из пенополистирола толщиной 50 мм больше, чем нормируемое ТКП 45-2.04-43 и изм. №1

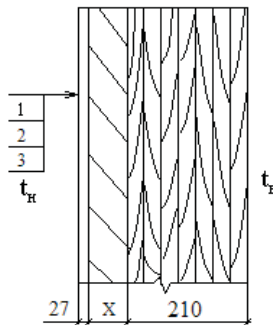


Рис. 3. Конструкция стены:

1 – блок-хаус; 2 – теплоизоляционный слой; 3 – клееный деревянный брус из древесины сосны

к нему. Значение этого параметра $R_{г.норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Таким образом, по своим теплотехническим характеристикам панель соответствует предъявляемым требованиям.

В результате проведенных исследований выбрана эффективная стеновая панель для домов каркасного типа, которая по расчетным характеристикам удовлетворяет строительным нормам.

Многослойная стеновая панель в соответствии с проведенным расчетом соответствует нормируемым параметрам и позволяет значительно снизить потребление древесины при строительстве домов каркасного типа.

Массивная древесина и клееные деревянные конструкции, находящиеся в неблагоприятных условиях (высокая температура 20–35 °С, влажность 30–95%), активно подвергаются поражению деревоокрашивающими, плесневыми и дереворазрушающими грибами, для развития которых эти условия оптимальны.

Древесина, поврежденная деревоокрашивающими грибами, более подвержена поражению дереворазрушающими грибами. Основные из них – это *Coniochora cerebella*, *Coniochora rytiana* и другие домовые грибы.

Несущая способность используемых ограждающих конструкций должна быть подтверждена расчетами в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия». Для использования бруса в строительстве его подвергают конструкционным и химическим методам защиты. Конструкционные методы должны предусматривать: 1) вентилируемость фасада, т.е. удаление возможных межслойных образований конденсата; 2) изоляцию крепежных элементов, образующих «мостики холода», вызывающие

Таблица 2

Тепловые характеристики материалов

Материал	Плотность в сухом состоянии ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м · °С), при условиях эксплуатации		Коэффициент теплоусвоения s , Вт/(м ² · °С), при условиях эксплуатации		Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	
ОСП	1000	0,23	0,29	6,75	7,70	0,12
Пенополистирол	35	0,041	0,05	0,4	0,48	0,05
Пароизоляция Изоспан	0,064	–	–	–	–	$R_{п}=8,00$
Пиломатериалы из древесины сосны	500	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
Минераловатная плита ПЛ-50	40	0,039	0,041	0,41	0,45	0,53
Гипсокартон	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
Штукатурка	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075

образование конденсата в соответствующих участках ограждающих конструкций.

Второй основной задачей защиты деревянных строительных конструкций, и в частности его деревянного каркаса, является химическая био- и огнезащита, обеспечивающая защиту древесины от биоповреждений и возгорания.

Для анализа КМД, эксплуатируемой в различных условиях, были исследованы наиболее качественные клеи, используемые для склеивания древесины. Клеящие системы для строительных целей должны создавать соединения такой силы и долговечности, чтобы целостность связи поддерживалась в заданном классе эксплуатации во время всего предполагаемого срока службы конструкции. Согласно классификации по СТБ EN 301-2006 используются два типа клеящих веществ, I и II, которые классифицируются согласно их пригодности для использования в разных климатических условиях. Клеи группы D1, D2, D3 относят к категории interior (для внутренних работ), клеи D4 – к категории exterior (для наружных работ). В европейской классификации к I типу клеящей системы относится клей D4, предназначенный для наружных работ, что соответствует классу эксплуатации 3, для которого характерна относительная влажность 30–95% и температура менее 50 °С. Клеи D1, D2, D3 относятся ко II типу клеящей системы и могут быть применены для внутренних работ по 1 и 2 классу эксплуатации в соответствии с EN 1995-1-1 и EN 386.

Стойкость древесины и изделий из древесины в строительстве в соответствии с СТБ EN 335-1-2009 ч. 1 подразделяется на 5 классов.

Так, в классе использования 1 материал на основе древесины находится в укрытии и не подвергается воздействию погоды и намокания. В классе использования 2, кроме этого, в атмосфере присутствует высокая относительная влажность, что может привести к случайному или кратковременному намоканию. В классе использования 3 материал на основе древесины находится в укрытии и не находится в контакте с землей и не подвержен намоканию. В отличие от общенормативных требований к клееным конструкциям в классе использования 4 материал на основе древесины находится в контакте с землей или с водой и поэтому может постоянно подвергаться намоканию, а в классе использования 5 находится в условиях постоянного воздействия соленой воды.

Проверена возможность применения деревянных строительных конструкций, подверженных постоянному намоканию (класс эксплуатации 4) по СТБ EN 335-1-2009. Влияние воздействия воды на прочность клеевого соединения из фенолорезорциноформальдегидного и меламиномочевиноформальдегидного

клеев показано на рис. 4. Прочность клеевого соединения на скалывание после нахождения бруса в воде в течение 5 сут оказалась ниже нормативной. При дальнейшей выдержке в воде прочность клеевого соединения продолжала снижаться.

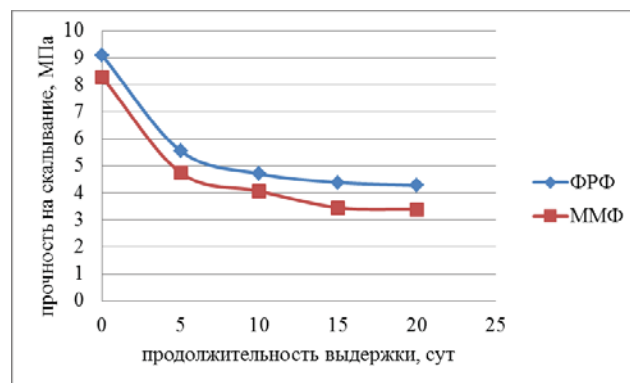


Рис. 4. Влияние воздействия воды на прочность клеевого соединения

Исследования показали, что для применения КМД в строительстве необходимо изолировать древесину для исключения контакта с землей и воздействия увлажнения.

Исследована конструкция бруса деревянного клееного, используемого для изготовления клетевых проводников лифта шахты, эксплуатируемая при влажности 30–95%. Для склеивания ламелей использовали клеи группы D4. При склеивании ламелей меламиномочевиноформальдегидным и фенолорезорциновым клеями прочность конструкции соответствует требованиям нормативных документов.

Учитывая, что наружная конструкция подвергается биоповреждениям и увлажнению, принято решение провести гидрофобизацию и биозащитные мероприятия.

Технологии защиты строительных конструкций (способы пропитки) в промышленных и бытовых условиях можно условно разделить на три группы:

- 1) способ капиллярной пропитки: а) пропитка нанесением раствора на поверхность древесины; б) пропитка погружением в ванны; в) панельная пропитка;
- 2) способы диффузионной пропитки: а) нанесение паст; б) бандажная пропитка; в) пропитка вымачиванием в растворе;
- 3) промышленные способы пропитки под давлением: а) пропитка в ваннах с предварительным нагревом; б) пропитка в герметических резервуарах (автоклавах) с созданием в них переменного давления – автоклавная пропитка.

Установлено, что применение защитных средств отрицательно влияет на прочность клеевого шва,

применение гидрофобных антисептиков ослабляет клеевое соединение на 4–6%, применение гидрофильных антисептиков – на 10–12%. Значительное повышение прочности может быть достигнуто термомодификацией конструкций деревянных клееных. Установлено, что средства, содержащие медь, в контакте с фенолами вызывают коррозию и снижение прочности клеевого шва и не могут быть использованы для защиты КДК. Допустимо применение водорастворимых антисептиков, не содержащих медь. Гидрофобные антисептики практически не влияют на прочность клеевого шва и значительно снижают водопоглощение. При применении термомодифици-

рования конструкция упрочняется и клеевой шов сохраняет прочность.

Для применения деревянных строительных конструкций необходимо соблюдать требования ТКП 45-2.02-142-2011, в котором в зависимости от класса пожарной опасности строительные конструкции должны быть испытаны на горючесть (ГОСТ 30244), воспламеняемость (ГОСТ 30402), токсичность продуктов горения (ГОСТ 12.1.044), дымообразующую способность (ГОСТ 12.1.044). Горючие строительные материалы подразделяются в зависимости от значений параметров горючести, определяемых по ГОСТ 30244, на 4 группы.

Выводы

1. При проектировании деревянного домостроения предусматривать применение сборных стеновых панелей для домов каркасного типа, позволяющих повысить теплоизоляционные свойства ограждающей конструкции при минимальном использовании древесины.
2. Конструкторская документация при проектировании домов каркасного типа должна предусматривать вентиляционные проемы ограждающих конструкций и обеспечивать надежную изоляцию между конструктивными узлами с различным термическим сопротивлением.
3. Деревянный каркас стеновых ограждающих конструкций должен быть подвергнут биоогнезащитной обработке и гидрофобизации, которые значительно повышают срок эксплуатации конструкции.

УДК 674.914:674.338

В.Т. Лукаш, С.А. Гриневич, А.А. Гришкевич
(*V.T. Lukash, S.A. Grinevitch, A.A. Grishkevitch*)
БГТУ, Минск

УДЕЛЬНАЯ РАБОТА РЕЗАНИЯ ПРИ РАСКРОЕ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ (ЛДС-П) ДИСКОВЫМИ ПИЛАМИ (SPECIFIC WORK OF CUTTING THE LAMINATED WOOD PLATES BY DISK SAWS)

Приведены результаты расчета по экспериментальным данным удельной работы резания при пилении ламинированных древесностружечных плит твердосплавными дисковыми пилами с плоскотрапециевидным профилем зуба. Удельная работа резания для принятых режимов резания также была рассчитана по устойчивейшей в деревообработке методике. Сравнительный анализ показал, что зависимости имеют идентичный характер, но отличаются в численных значениях.

Results of calculation on experimental data of specific work of cutting are given in article at cutting the laminated chipboard plates by hard-alloy saws with a plainly-trapezoid profile of tooth. Specific work of cutting for the same conditions also was calculated by the technique which has settled in a woodworking. The comparative analysis showed that dependences have identical character, but differ in numerical values.

Введение. Деревообрабатывающая промышленность относится к числу непрерывно совершенствующихся отраслей: меняются технологические процессы, модернизируется старое и внедряется новое оборудование, применяется более производительный инструмент. Современный рынок дереворежущего инструмента достаточно насыщен, и зачастую производителю трудно сориентиро-

ваться при его выборе, не имея достаточных аргументированных рекомендаций производителя. Как правило, он руководствуется только своими знаниями и полученным производственным опытом. Старая методическая и нормативная база, к сожалению, сегодня не всегда применима, а новой обучающей литературы и публикаций исследователей недостаточно.

Авторами было принято решение более глубоко изучить процесс обработки ЛДСтП дисковыми пилами с пластинами твердого сплава с целью определения рациональных режимов их обработки и предложить необходимые рекомендации.

Область исследований была выбрана не случайно. В мебельной промышленности сегодня широко используются различные древесные композиционные материалы, такие как ЛДСтП, облицованные пленками на основе термореактивных полимеров.

Некоторые аспекты процесса пиления ЛДСтП поднимались учеными и ранее, но они касались в основном обработки необлицованных плит (Цуканов, Амалицкий, 1966; Ивановский и др., 1971), и, как правило, результаты были получены для пил из инструментальных сталей либо пил с пластинками твердого сплава, изготовленных согласно ГОСТ 9769–79 (Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. Технические условия, 1979). Полученные данные не в полной мере отражают процесс обработки ЛДСтП, так как последние, кроме повышенной абразивной способности, свойственной всем композиционным материалам, обладают и хрупким облицовочным покрытием, от качества обработки которого в основном и зависит качество выполнения операции пиления.

Кроме того, рекомендуемые ГОСТ 9769–79 пилы для распиловки плитных материалов сегодня используются гораздо меньше да и сам нормативный документ требует доработки в связи с тем, что появились новые конструкции пил, профили зубьев и их комбинации, применяются другие инструментальные материалы и марки твердого сплава.

Авторами ранее поднимался также вопрос о том, что рекомендации производителей и результаты исследований зачастую не совпадают (Лукаш, Гриневич, 2008).

Среди вопросов, требующих детального изучения, главными, на наш взгляд, являются период стойкости инструмента по критерию качества обработки, энергопотребление и режимы пиления, так как эти проблемы до сих пор остаются недостаточно изученными. Их решение может быть получено путем проведения соответствующих экспериментальных исследований.

Основная часть. В исследованиях были приняты рекомендуемые производителями профили: попеременно-косой (рис. 1, *а*), плоско-трапецевидный (рис. 1, *б*) и «елочно»-плоский с вогнутой передней гранью (рис. 1, *в*). Каждый профиль имеет свои конструктивные особенности и геометрические характеристики, что, безусловно, будет отражаться на условиях работы зубьев.

При пилении ЛДСтП пилами с попеременно-косым профилем зубьев (см. рис. 1, *а*) обеспечивается эффект подрезки формируемых поверхностей обрабатываемого материала. В то же время для этой формы зубьев характерен большой линейный износ вершин трехгранного угла зуба, что приводит к достаточно быстрому его округлению и появлению сколов на поверхности резания.

Период стойкости пил с плоско-трапецевидным профилем зубьев (см. рис. 1, *б*) значительно выше, чем предыдущего, поскольку на зубьях с формой трапеции присутствуют менее острые углы. В данном случае основную нагрузку несет трапецевидный зуб – он формирует поверхность резания, а прямой выравнивает его, выполняя финишную обработку обработанных поверхностей пропила (Мелони, 1982).

Комбинация зубьев, представленная на рис. 1, *в*, также позволяет последовательно обрабатывать материал. Зуб треугольной формы осуществляет деление поверхностного слоя. Его форма с малым углом заточки способствует удалению материала, позволяет уменьшить деформирование материала и образование сколов. Вогнутая поверхность передней поверхности зуба обеспечивает плавную обработку материала, начиная с боковых поверхностей зуба и продолжая к его центру. При такой форме зуба, по словам производителей инструмента, пропил получается ровным и без сколов, что позволяет обходиться без подрезающей пилы. Однако практика использования на производстве пил с «елочно»-плоским профилем и вогнутой передней поверхностью зуба показала, что полностью исключить сколы при обработке ЛДСтП с двух сторон при пилении такими пилами невозможно, но их размеры и количество можно уменьшить.

Широкое использование последнего профиля, а также ряда других, появившихся относительно

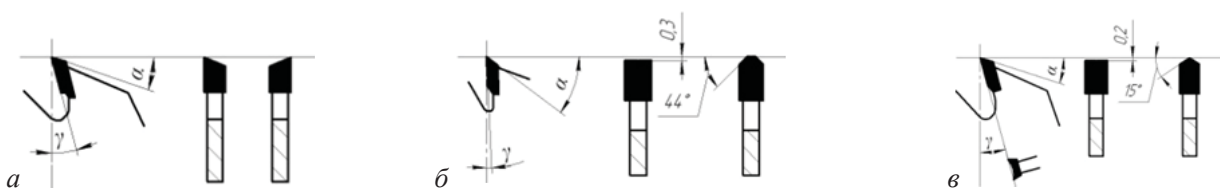


Рис. 1. Профили зубьев дисковых пил с пластинами твердого сплава для распиловки ЛДСтП:
а – попеременно-косой, *б* – плоско-трапецевидный, *в* – «елочно»-плоский с вогнутой передней гранью

недавно (G5 «Leuco»), ограничено трудностями, связанными с их подготовкой. В связи с этим последние не получили такого распространения, как первые два.

Представленные особенности работы разных профилей зубьев отражаются и на силовых показателях процесса резания ЛДСТП.

В работах (Лукаш, Гриневиц, 2009; Лукаш, Гриневиц, 2010; Лукаш, Гриневиц, 2011) приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных авторами на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов Белорусского государственного технологического университета. В частности, получены уравнения регрессии, отражающие влияние подачи на зуб S_z (мм), скорости резания V (м/с), величины выхода пилы из пропила a (мм) на выходные показатели:

- начальная мощность резания (мощность при остром зубе) Y_1 (Вт):

- попеременно-косой профиль зубьев
$$Y_1(P_0) = -1141,46 + 2491,25S_z + 35,70V - 9,14a - 114218,323S_z^2 - 0,27V^2 + 0,15a^2 + 216,88S_zV; \quad (1)$$

- плоскотрапециевидный профиль зубьев
$$Y_1(P_0) = -1479,211 - 2015,833S_z + 46,205V - 4,994a - 0,323V^2 + 0,081a^2 + 181,25S_zV - 31,667S_z a; \quad (2)$$

- конечная мощность резания (мощность при появлении сколов) Y_2 (Вт):

- попеременно-косой профиль зубьев
$$Y_2(P_{\text{кон}}) = 36,6 + 4228,75S_z - 1,315V - 1,38a - 147625S_z^2 + 246,875S_zV; \quad (3)$$

- плоскотрапециевидный профиль зубьев
$$Y_2(P_{\text{кон}}) = 296,969 + 1688,974S_z - 1,837V - 14,884a - 62403,846S_z^2 + 0,178a^2 + 233,75S_zV - 69,167S_z a + 0,077Va; \quad (4)$$

- период стойкости (путь резания до появления сколов на поверхности облицовочного материала) Y_3 (м):

- попеременно-косой профиль зубьев
$$Y_3(L) = 3945,1 + 56680S_z - 136,24V + 53,59a - 686875S_z^2 + 0,86V^2 - 1,63a^2 + 0,85Va; \quad (5)$$

- плоскотрапециевидный профиль зубьев
$$Y_3(L) = 1854,553 + 725818,333S_z - 598,465V + 1322,588a - 8060312,5S_z^2 + 4,579V^2 - 18,041a^2 - 5133,333S_z a. \quad (6)$$

Исследования проводились на экспериментальной установке, созданной на базе промышленного станка ФСА, позволяющей регистрировать силовые показатели процесса пиления (Кравченко, Лукаш, 2006). Полезная мощность на резание рассчитывалась через крутящий момент на шпинделе станка, который определялся по величине разбалансатензомоста.

Для получения уравнений регрессии, описывающих выходные характеристики процесса пиления, использован В-план второго порядка. Адекватность полученных математических моделей подтверждена проверкой по F-критерию Фишера.

Сравнение периода стойкости дисковых твердосплавных пил убедительно доказывает целесообразность применения плоскотрапециевидного профиля, показатель которого существенно больше, чем показатели других исследуемых профилей (Лукаш, Гриневиц, 2011).

Существующие методы расчета мощности процесса пиления древесностружечных плит основаны на определении удельной работы резания (Цуканов, Амалицкий, 1966; Бершадский, Цветкова, 1975; Любченко, 1986):

$$P = \frac{KbhV_S}{60 \cdot 1000}, \quad (7)$$

где K – удельная работа резания, Дж/см³; b – ширина пропила, мм; h – высота пропила, мм; V_S – скорость подачи, м/мин.

В свою очередь, удельная работа резания определяется через табличное значение K_T с учетом поправочных коэффициентов:

$$K = K_T a_\gamma a_{\text{св}} a_\nu a_p, \quad (8)$$

где K_T – табличное значение удельной работы резания при заданной толщине стружки, Дж/см³ (Любченко, 1986); a_γ – коэффициент, учитывающий влияние объемного веса плиты; $a_{\text{св}}$ – коэффициент, учитывающий содержание связующего; a_ν – коэффициент, учитывающий влияние скорости резания; a_p – коэффициент, учитывающий износ зуба.

Значение K_T можно определить также по формуле, полученной на основе обработки экспериментальных данных проф. А.Л. Бершадским (Бершадский, Цветкова, 1975):

$$K_T = \frac{0,85A}{e} + 41, \quad (9)$$

где A – коэффициент, зависящий от группы плит: при распиловке плит I группы (изготовленных из резаной стружки) $A = 1$; II группы (изготовленных из стружки-дробленки) – $A = 0, 833$; III группы (изготовленных из стружки-отходов деревообрабатывающих станков) – $A = 0, 825$; e – средняя толщина стружки, мм.

Поэтому теоретически важным аспектом являются определение удельной работы резания K (Дж/см³) при обработке ламинированных древесностружечных плит инструментом, оснащенным твердосплавными зубьями именно плоскотрапециевидного профиля, а также сравнение полученных результатов с данными общепринятой методики расчета.

Удельную работу резания при пилении ЛДСтП находили через начальную мощность резания P_0 , определенную с помощью полученной математической модели (формула (2)).

$$K = \frac{P_0 \cdot 60}{bhV_S} \quad (10)$$

Для расчета удельной работы резания приняли начальную мощность процесса, чтобы исключить влияние округления режущей кромки зубьев a_p ($a_p = 1$).

Графики, построенные по результатам расчетов, представлены на рис. 2.

Для нахождения удельной работы резания K по методике (Бершадский, Цветкова, 1975) определили значения поправочных коэффициентов для плиты, использованной в эксперименте ($a_v = 0,89$; $a_{св} = 1$; $a_{v=60} = 1,17$; $a_{v=70} = 1,3$; $a_{v=80} = 1,44$).

По формуле (8) с учетом найденных значений поправочных коэффициентов была рассчитана удельная работа резания. Результаты расчетов, проведенных для нижнего, нулевого и верхнего уровней варьирования переменных факторов, представлены в виде графиков (рис. 3).

Очевидно, характер зависимостей удельной работы резания на рис. 2 и 3 одинаков, однако значения различаются. Таким образом, можно утверждать, что методика расчета сил и мощности резания при пилении древесностружечных плит, представленная в литературе (Цуканов, Амалицкий, 1966; Бершадский, Цветкова, 1975; Любченко, 1986), может быть использована при условии доработки с учетом внедрения в производство новых профилей зубьев твердосплавных дисковых пил.

Заключение

Удельная работа резания при пилении ЛДСтП с плоско-трапециевидным профилем зуба по приведенным данным экспериментальных исследований уменьшается по гиперболической зависимости при увеличении подачи на зуб. Сопоставление полученной авторами зависимости с результатами исследований Ю.А. Цуканова и В.В. Амалицкого подтвердило идентичность характера их изменения. Однако экспериментальные значения удельной работы резания плоско-трапециевидным профилем оказались меньше в 1,2–1,9 раза, что позволяет рекомендовать его использование как менее энергоемкого.

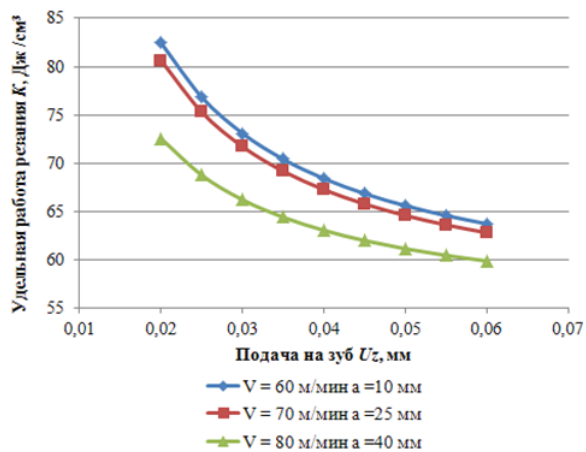


Рис. 2. Зависимость удельной работы резания от подачи на зуб по результатам эксперимента

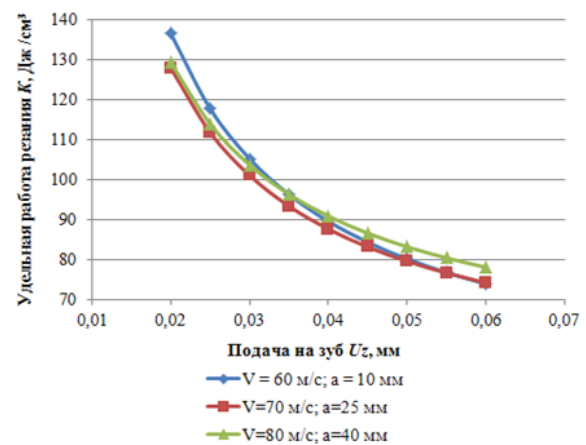


Рис. 3. Зависимость удельной работы резания от подачи на зуб по результатам расчета

Библиографический список

1. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Вышэйш. шк., 1975. 303 с.
2. Ивановский Е.Г., Василевская П.В., Лаутнер Э.М. Фрезерование и пиление древесины и древесных материалов. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 96 с.
3. Кравченко А.С., Лукаш В.Т. Применение силоизмерительного телеметрического устройства для исследования процессов пиления древесных материалов // Тр. БГТУ. Сер. II: Лесн. и деревообаб. пром-сть. Минск, 2006. Вып. XIV. С. 172–174.
4. Лукаш В.Т., Гриневиц С.А. Влияние подачи на резец на технологическую стойкость режущего инструмента при пилении ламинированных ДСтП // Тр. БГТУ. Сер. II: Лесн. и деревообаб. пром-сть. Минск, 2008. Вып. XVI. С. 230–234.

5. Лукаш В.Т., Гриневиц С.А. Технологическая стойкость и начальная мощность при обработке ламинированных ДСтП пилами с попеременно-косым профилем зубьев // Тр. БГТУ. Сер. II: Лесн. и деревообработ. пром-сть. Минск, 2009. Вып. XVII. С. 317–321.
6. Лукаш В.Т., Гриневиц С.А. Технологическая стойкость и начальная мощность при обработке ламинированных ДСтП пилами с плоскотрапециевидным профилем зубьев // Тр. БГТУ. Сер. II: Лесн. и деревообработ. пром-сть. Минск, 2010. Вып. XVIII. С. 234–239.
7. Лукаш В.Т., Гриневиц С.А. Влияние профиля зубьев дисковых пил с пластинами твердого сплава на технологическую стойкость и потребляемую мощность при обработке ламинированных древесностружечных плит (ЛДСтП) // Тр. БГТУ. № 2: Лесн. и деревообработ. пром-сть. Минск, 2011. С. 256–262.
8. Любченко В.И. Резание древесины и древесных материалов: учеб. пособие для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1986. 296 с.
9. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит: пер. с англ. В.В. Амалицкого и Е.И. Карасева. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 416 с.
10. Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. Технические условия: ГОСТ 9769–79 / Мин-во станкостроит. и инструмент. пром-сти. – Взамен ГОСТ 9769–69; введ. с 01. 01. 1981 г. до 01. 01. 1986 г. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1979. 15 с.
11. Цуканов Ю.А., Амалицкий В.В. Обработка резанием древесностружечных плит. М.: Лесн. пром-сть, 1966. – 94 с.

УДК 674.047.3

Е.А. Пухтовникова, Е.Е. Шишкина
(*E.A. Pikhovnikova, E.E. Shishkina*)
УГЛТУ, Екатеринбург

ОСОБЕННОСТИ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ТВЕРДОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД (FEATURES HARDWOOD LUMBER DRYING)

Обязательное соблюдение технологических требований к процессу сушки пиломатериалов, правильно подобранный режим сушки и его грамотная реализация являются залогом качества и долговечности высушенной древесины.

Obligatory observance of production requirements to process of drying of the timber, correctly picked up mode of drying and its competent realization are guarantee of quality and durability of the dried-up wood.

Древесина твердолиственных пород завоевывает сегодня всё большую популярность среди производителей изделий из массивной древесины. Причина тому – твердая, плотная и прочная древесина хорошо поддаётся механической обработке, как правило, имеет красивую текстуру и различается разнообразием цветовых оттенков. Практически все твердолиственные породы используются в изготовлении ценной мебели, шпона, лестниц и паркетной доски.

В настоящее время модным направлением стало изготовление мебели и других изделий из массивной древесины из экзотических пород, таких как венге, мербау, бамбук и т.п., но в связи с их дороговизной и малодоступностью всё-таки самыми распространёнными остаются такие породы, как дуб, бук и ясень.

Дуб – твёрдая, прочная древесина светло-желтого оттенка с резко выраженной крупной текстурой.

Бук – твёрдая и прочная древесина, хорошо обрабатывается и шлифуется, в свежесрубленном состоянии имеет темно-желтый оттенок, после сушки приобретает розоватый оттенок.

Ясень – твёрдая, эластичная древесина, хорошо поддается гнутью, желто-серого оттенка с матовой поверхностью.

Все эти, на первый взгляд совершенно разные породы древесины, кроме твердости, объединяет ещё и очень непростой характер поведения в процессе сушки. Древесина этих пород обладает высокой плотностью и низкой тепло- и влажностью, поэтому в большей степени подвержена различным дефектам при высушивании.

Дубовые пиломатериалы трудно поддаются процессу сушки: дуб подвержен «засушке» и образованию наружных и внутренних трещин. Особенно

большие трудности возникают при сушке дубовых пиломатериалов свежераспиленного состояния влажностью свыше 25 %. Если в этом случае в начальной фазе сушки температура свыше 55 °С, происходит коллапс древесных капилляров и образование обширных внутренних трещин. Кроме того, дуб требует очень качественной и медленной сушки, так как излишне интенсивное удаление влаги также вызовет трещины по всему объёму материала.

Буковую древесину очень ценят за красоту и прочность. Необыкновенно красивую текстуру древесине бука придают очень заметные сердцевинные лучи, напоминающие в тангенциальном направлении веретена, а в радиальном – плоские зеркальца. Самой главной проблемой бука является коробление после сушки и неустойчивость к влаге. Из-за таких свойств, а также из-за сильной повреждаемости грибами бук не рекомендуют применять там, где возможны сильные перепады влажности воздуха.

Бук относится к трудносохнущим видам пород древесины. При естественной сушке на воздухе бук быстро, в течение пары суток, портится (синееет, поражается грибом), а также возникают довольно большие внутренние напряжения (пиломатериалы закручивает в разных направлениях, появляются многочисленные трещины, наибольшие — по сердцевинной трубке). Для исключения указанных недостатков распиловку бука необходимо проводить непосредственно перед сушкой, а сам бук держать в водяных ваннах.

Таким образом, существенная разница в технологии сушки дуба и бука заключается в том, что дуб перед камерной сушкой рекомендуют предварительно подсушить на воздухе в естественных условиях, а с буком же, напротив, ни в коем случае этого не делать.

Ясень – очень благородная древесина, широкая заболонь имеет светло-желтый цвет, красивую текстуру и в сочетании с темно-бурым ядром смотрится очень эффектно. Именно благодаря своей красоте в сочетании с упругостью и прочностью древесина ясеня всегда привлекала внимание мебельщиков. Ясень сравнительно легко обрабатывается, отлично полируется, а главное очень хорошо поддается гнутью.

В сушке поведение ясеня очень похоже на поведение дуба, однако ясень не так сильно подвержен растрескиванию, что существенно облегчает задачу его высушивания. Тем не менее дуб и ясень в силу своего строения (наличия множественных коротких переплетенных волокон по типу войлока) являются наиболее трудносохнущими породами древесины и обладают очень низкой влаго- и теплопроводностью [1]. В связи с этим сушка их очень затруднена и продолжительна.

Режимы сушки ценных пород древесины отличаются повышенной влажностью воздуха и относительно низкими температурами, что позволяет снизить интенсивность испарения влаги. Однако для качественной сушки твердолиственных пород необходимо исследовать данные режимы с целью выявления и анализа причин частого растрескивания таких пиломатериалов в процессе сушки.

Профессором Гороховским А.Г. [2] разработана методика анализа полей влагосодержания и влажностных напряжений в процессе сушки. Исследования, проведенные согласно данной методике, позволяют сделать следующие выводы.

1. Нормативные режимы вследствие их достаточно высокой жесткости в большинстве случаев не могут обеспечить целостность древесины после сушки.

2. Сушка трудносохнущих пород должна проводиться с применением специальных режимов, имеющих бесступенчатую структуру, которая позволяет получать сухие пиломатериалы требуемого качества при приемлемой продолжительности процесса.

Изготовление конкурентоспособной продукции невозможно без качественной сушки. В результате сушки должен получаться облагороженный материал, более качественный и ценный, отвечающий многообразным высоким требованиям, предъявляемым к нему в различных производственных и бытовых условиях. Поэтому обязательное соблюдение технологических требований к процессу сушки пиломатериалов, правильно подобранный режим сушки и его грамотная реализация являются залогом качества и долговечности высушенной древесины.

Библиографический список

1. Болдырев П.В. Сушка древесины. СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. 168 с.
2. Гороховский А.Г. Технология сушки пиломатериалов на основе моделирования и оптимизации процессов тепломассопереноса в древесине: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Гороховский Александр Григорьевич. СПб: СПбГЛТА, 2008. 40 с.

УДК 630*231

А.С. Попов, С.В. Залесов
(A.S. Popov, S.V. Zalesov)
УГЛТУ, Екатеринбург
С.Н. Гаврилов
(S.N. Gavrilov)

ООО «Строительные технологии», ЯНАО

**ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОДПОЛОГОВОГО ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЯКОВ
ЗЕЛЕНОМОШНО-ЛИШАЙНИКОВОЙ ГРУППЫ ТИПОВ ЛЕСА
НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОСЕЛЬКУПСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА
КАК ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ЯНАО
(STUDY FEATURES OF NATURAL UNDERSTORY REFORESTATION IN LICHEN
AND GREEN MOSS PINE FORESTS OF KRASNOSELKUP FORESTRY IS A OPTIMIZATION
DIRECTION FOR FORESTRY OF YAMALO-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT)**

Проанализированы особенности естественного подпологового лесовосстановления в сосняках зеленомошно-лишайниковой группы типов леса в условиях подзоны северной тайги Красноселькупского района Ямало-Ненецкого автономного округа.

Features of natural understory reforestation in lichen and green moss pine forests in the northern taiga subzone Krasnoselkup region of Yamalo-Nenets Autonomous District have been analysed in this article.

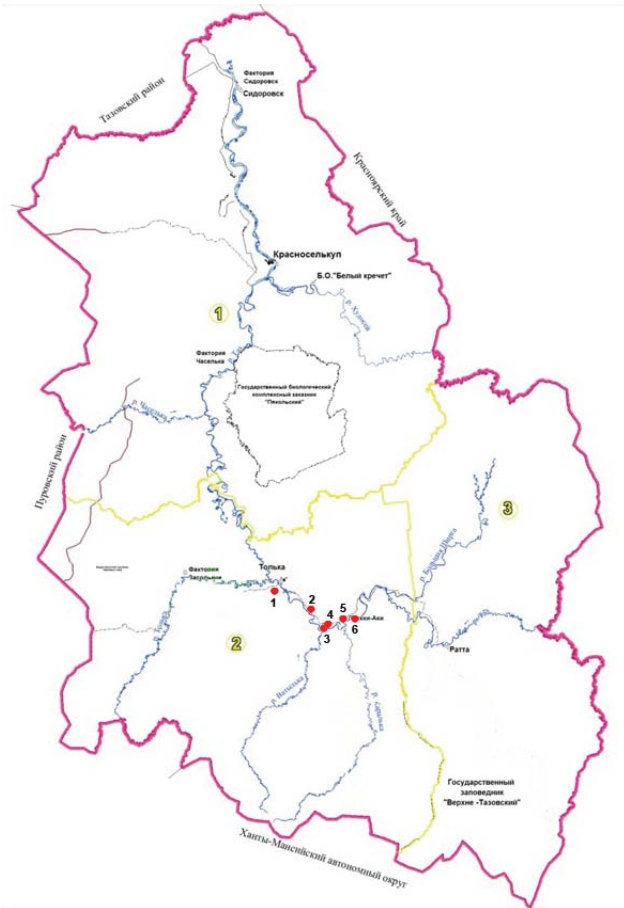
Лесовосстановление исторически является одной из важнейших тем в лесном хозяйстве. Подтверждением этого факта является большой объем научной литературы, а также нормативных документов, посвященных данному вопросу. Согласно действующим «Правилам» лесовосстановление должно обеспечивать воссоздание лесных насаждений, сохранение биологического разнообразия лесов, их полезных функций [1]. Выделяют три основных способа лесовосстановления: естественный, искусственный, комбинированный. Органы государственной власти субъектов РФ, осуществляющие политику в области ведения лесного хозяйства, особое внимание уделяют мерам содействия естественному возобновлению, к которым в том числе относится сохранение подростов лесных древесных пород. Данная проблема имеет особую важность для лесов Ямало-Ненецкого автономного округа, территория которого в ближайшее время станет местом реализации амбициозных строительных программ, развиваемых в рамках проекта «Урал Промышленный – Урал Полярный». Основная лесосырьевая база, необходимая для удовлетворения потребностей данного проекта, располагается на территории Красноселькупского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Главной древесной породой в лесах Красноселькупского лесничества является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) [2]. В течение летних сезонов 2011–2012 гг. коллективом авторов были проведены исследования, направленные на изучение лесовосстановительного потенциала наиболее

распространенных сосняков зеленомошно-лишайниковой группы типов леса.

Красноселькупское лесничество располагается в восточной части Ямало-Ненецкого автономного округа. В его состав входят три участковых лесничества: Красноселькупское, Толькинское, Ратгинское. В настоящий момент главные объекты лесосырьевой базы располагаются на территории Толькинского участкового лесничества. В связи с этим в сосновых насаждениях зеленомошно-ягодникового и лишайникового типов, расположенных вдоль р. Таз на всем протяжении ее течения от с. Толька до д. Кикки-Акки, была заложена сеть из четырнадцати постоянных пробных площадей (ППП), где в августе-сентябре 2011–2012 гг. проводилось изучение особенностей естественного лесовосстановления под пологом древостоев (рисунок). Четыре постоянные пробные площади (ППП 1, 2, 14, 18) расположены в сосняках зеленомошно-ягодникового типа, десять – в сосняках лишайниковых (ППП 3-12). Лесные насаждения района проведения исследований отнесены к таежной зоне в пределах Западно-Сибирского северотаежного равнинного района [3].

Поскольку в районе проведения исследований площадь лесосеки не превышает 5 га, согласно «Правилам лесовосстановления» число учетных площадок на каждой ППП принималось равным тридцати [1]. В пределах ППП закладывали три трансекты (две – по краям и одна – по центру). Вдоль каждой трансекты равномерно размещали десять учетных площадок

размером 2×2 м, на которых производили изучение интенсивности подпологового лесовосстановления с разделением подроста по породному составу, категориям крупности, степени жизнеспособности, густоте, встречаемости [1]. Результаты наблюдений записывались в ведомости, а затем обрабатывались в камеральных условиях.



Расположение заложенных ППП на карте-схеме Красноселькупского лесничества (крупными цифрами обозначены участковые лесничества: 1 – Красноселькупское; 2 – Толькинское; 3 – Раттинское; точками с номерами обозначены места расположения постоянных пробных площадей: 1 – ППП 1 и 2; 2 – ППП 3-7; 4 – ППП 18; 5 – ППП 8-12; 6 – ППП 14)

По породному составу подрост делился на основании принадлежности к тому или иному древесному виду.

По категориям крупности подрост разбивался на следующие категории: *самосев* – древесные растения в возрасте до двух лет; *мелкий* – до 0,5 м; *средний* – 0,6 – 1,5 м и *крупный* – более 1,5 м.

По степени жизнеспособности выделялись следующие группы подроста: *жизнеспособный* – густая зеленая хвоя, заметно выраженная мутовчатость, островершинная или конусообразная симметричная густая или средней густоты крона протяженностью не менее

1/3 высоты ствола в группах и 1/2 высоты ствола при одиночном размещении, прирост по высоте за последние 3–5 лет не утрачен, прирост вершинного побега не менее прироста боковых ветвей верхней половины кроны, прямые неповрежденные стволы, гладкая или мелкочешуйчатая кора; *сомнительный* – редкая хвоя, мутовчатость выражена неявно, наличие нарушений прироста по высоте за последние 3–5 лет, прирост вершинного побега меньше прироста боковых ветвей верхней половины кроны, стволы слегка повреждены; *нежизнеспособный* – на подросте заметны явные следы усыхания.

По густоте подрост определяли как *редкий* – до 2 тыс. растений на 1 га; *средней густоты* – 2–8 тыс. растений на 1 га; *густой* – более 8 тыс. растений на 1 га. По встречаемости, т. е. отношению количества учетных площадок с подростом к общему количеству учетных площадок, заложенных на пробной площади, выраженному в процентах, подрост характеризовался как *равномерный* – встречаемость свыше 65%; *неравномерный* – встречаемость 40–65%; *групповой* – не менее 10 шт. мелких или 5 шт. средних и крупных экземпляров жизнеспособного и сомкнутого подроста.

Распределение подроста, сформировавшегося под пологом материнских древостоев, по типам леса и породам представлено в табл. 1.

Согласно данным табл. 1 формирование молодого поколения под пологом материнского древостоя в сосняках зеленомошно-ягодникового и лишайникового типов леса в условиях северной подзоны тайги идет достаточно интенсивно. Показатель густоты подроста разных пород в сосняках зеленомошно-ягодниковой формации колеблется от 6500 до 19875 шт./га, а в сосняках лишайниковых – от 5500 до 14500 шт./га. Однако общее количество подроста не позволяет дать качественную оценку лесовосстановительного потенциала насаждений. С хозяйственной точки зрения важно знать, какова в этом показателе доля подроста хвойных пород. В сосняках зеленомошно-ягодникового типа доля хвойного подроста колеблется от 48 до 100%, а в сосняках лишайникового типа – от 94 до 100%. Отмечали, что в составе подроста хвойных пород, формирующегося под пологом сосняков зеленомошно-лишайниковой группы типов леса, преобладают сосна и кедр.

При оценке естественного лесовосстановительного потенциала хвойных насаждений важным показателем является доля жизнеспособного подроста хозяйственно ценных пород (табл. 2).

Исследования показали, что доля жизнеспособного подроста сосны и кедра от общего его количества колеблется в сосняках зеленомошно-ягодниковой

формации от 82 до 100 %, а в сосняках лишайниковых – от 87 до 99 %. Потери соснового подроста в сосняках зеленомошно-ягодникового типа не превышали 10 %, кедра – 4 %, в сосняках лишайниковых этот показатель не был больше соответственно 4 и 5 %.

Преобладание жизнеспособного сосново-кедрового подроста является свидетельством достаточно высокого потенциала подпологового лесовосстановления сосняков зеленомошно-лишайниковой группы типов леса, сформировавшихся в условиях подзоны северной тайги Толькинского участкового лесничества. Данный потенциал способен реализоваться при равномерном размещении жизнеспособного подроста хвойных пород под пологом насаждения. Для сосня-

ков зеленомошно-ягодникового типа характерно равномерное размещение жизнеспособного подроста сосны и кедр (показатель встречаемости находится в пределах от 70 до 100 %). В сосняках лишайникового типа складывается неоднозначная ситуация: на семи из десяти заложённых площадок (ППП 3-9) наблюдали равномерное размещение жизнеспособного кедрово-соснового подроста (показатель встречаемости – 65–100 %), а на трех (ППП 10-12) – неравномерное его размещение (55–60 %).

Перспективы сохранения и развития жизнеспособного сосново-кедрового подроста предварительной генерации опосредованно можно оценить при помощи его распределения по группам высот, результаты

Таблица 1

Распределение подроста, сформировавшегося под пологом материнских древостоев,
по типам леса и породам
(здесь и далее числитель – шт./га, знаменатель – %)

№ ППП	Хвойный подрост						Лиственный подрост		Всего
	Сосна	Кедр	Пихта	Лиственница	Ель	Итого	Береза	Итого	
Сосняк зеленомошно-ягодниковый									
1	$\frac{4625}{66}$	$\frac{2375}{34}$	–	–	–	$\frac{7000}{100}$	$\frac{1125}{100}$	$\frac{1125}{100}$	$\frac{8125}{100}$
2	$\frac{3625}{78}$	$\frac{1000}{22}$	–	–	–	$\frac{4625}{100}$	$\frac{1875}{100}$	$\frac{1875}{100}$	$\frac{6500}{100}$
14	$\frac{625}{3}$	$\frac{16625}{84}$	$\frac{1125}{6}$	$\frac{1250}{6}$	$\frac{250}{1}$	$\frac{19875}{100}$	–	–	$\frac{19875}{100}$
18	$\frac{1250}{29}$	$\frac{2875}{68}$	–	–	$\frac{125}{3}$	$\frac{4300}{100}$	$\frac{4625}{100}$	$\frac{4625}{100}$	$\frac{8925}{100}$
Сосняк лишайниковый									
3	$\frac{8250}{70}$	$\frac{3500}{30}$	–	–	–	$\frac{11750}{100}$	–	–	$\frac{11750}{100}$
4	$\frac{500}{4}$	$\frac{10750}{96}$	–	–	–	$\frac{11250}{100}$	–	–	$\frac{11250}{100}$
5	$\frac{4125}{62}$	$\frac{2500}{38}$	–	–	–	$\frac{6625}{100}$	–	–	$\frac{6625}{100}$
6	$\frac{2000}{52}$	$\frac{1875}{48}$	–	–	–	$\frac{3875}{100}$	–	–	$\frac{3875}{100}$
7	$\frac{4875}{61}$	$\frac{3125}{39}$	–	–	–	$\frac{8000}{100}$	–	–	$\frac{8000}{100}$
8	$\frac{5000}{54}$	$\frac{4250}{46}$	–	–	–	$\frac{9250}{100}$	–	–	$\frac{9250}{100}$
9	$\frac{7125}{49}$	$\frac{7250}{50}$	–	$\frac{125}{1}$	–	$\frac{14500}{100}$	–	–	$\frac{14500}{100}$
10	$\frac{1625}{16}$	$\frac{4000}{39}$	–	$\frac{4750}{45}$	–	$\frac{10375}{100}$	$\frac{625}{100}$	$\frac{625}{100}$	$\frac{11000}{100}$
11	$\frac{6375}{57}$	$\frac{3500}{32}$	–	$\frac{1250}{21}$	–	$\frac{11125}{100}$	–	–	$\frac{11125}{100}$
12	$\frac{1625}{30}$	$\frac{3875}{70}$	–	–	–	$\frac{5500}{100}$	–	–	$\frac{5500}{100}$

которого представлены в табл. 3, где также приведены показатели общей густоты сосново-кедрового подроста предварительной генерации, рассчитанные для каждой ППП согласно методике, изложенной в [1]. Согласно п. 14 «Правил лесовосстановления» «для определения количества подроста применялись коэффициенты пересчета мелкого и среднего подроста в крупный. Для мелкого подроста применялся коэффициент 0,5, среднего – 0,8, крупного – 1,0». Так, показатель «Общая густота» на ППП 1 был рассчитан следующим образом:

$0,5 \times (0 + 0) + 0,8 \times (625 + 125) + 1 \times (2375 + 125) = 3100$ шт./га. Для всех остальных ППП расчет данной величины произведен аналогичным образом.

Согласно данным прил. 2 действующих «Правил лесовосстановления» достаточным количеством подроста предварительной генерации для сосняков зеленомошного типа в условиях таежной зоны в пределах Западно-Сибирского северотаежного равнинного района является 4000 шт./га. Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что общая густота в сосняках зеленомошно-ягодниковых колеблется в районе 1300 – 3200 шт./га, однако можно предположить, что хвойный подрост предварительной генерации в сосняках зеленомошно-ягодного типа встречается на территории Толькинского участкового лесничества в количестве, достаточном для обеспечения нормального естественного лесовозобновления, поскольку

Таблица 2

Распределение подроста сосны и кедра по категориям благонадежности и типам леса

№ ППП	Качественный состав подроста сосны			Качественный состав подроста кедра			Количество жизнеспособного хвойного подроста
	Жизнеспособный	Нежизнеспособный	Сомнительный	Жизнеспособный	Нежизнеспособный	Сомнительный	
Сосняк зеленомошно-ягодниковый							
1	$\frac{3375}{73}$	-	$\frac{1250}{27}$	$\frac{2375}{100}$	-	-	$\frac{5750}{82}$
2	$\frac{3375}{93}$	-	$\frac{250}{7}$	$\frac{875}{88}$	-	$\frac{125}{12}$	$\frac{4250}{92}$
14	$\frac{625}{100}$	-	-	$\frac{16625}{100}$	-	-	$\frac{17250}{100}$
18	$\frac{1125}{90}$	$\frac{125}{10}$	-	$\frac{2750}{96}$	$\frac{125}{4}$	-	$\frac{3875}{90}$
Сосняк лишайниковый							
3	$\frac{7875}{95}$	-	$\frac{375}{5}$	$\frac{3500}{100}$	-	-	$\frac{11375}{97}$
4	$\frac{500}{100}$	-	-	$\frac{10275}{97}$	$\frac{250}{2}$	$\frac{125}{1}$	$\frac{10775}{97}$
5	$\frac{3375}{82}$	-	$\frac{750}{18}$	$\frac{2375}{95}$	$\frac{125}{5}$	-	$\frac{5750}{87}$
6	$\frac{1875}{94}$	-	$\frac{125}{6}$	$\frac{1750}{93}$	-	$\frac{125}{7}$	$\frac{3625}{94}$
7	$\frac{4125}{85}$	-	$\frac{750}{15}$	$\frac{2875}{92}$	-	$\frac{250}{8}$	$\frac{7000}{88}$
8	$\frac{4875}{98}$	$\frac{125}{2}$	-	$\frac{4250}{100}$	-	-	$\frac{9125}{99}$
9	$\frac{7000}{98}$	$\frac{125}{2}$	-	$\frac{6875}{95}$	$\frac{375}{5}$	-	$\frac{13875}{96}$
10	$\frac{1500}{92}$	-	$\frac{125}{8}$	$\frac{3875}{97}$	$\frac{125}{3}$	-	$\frac{5375}{96}$
11	$\frac{6000}{94}$	$\frac{250}{4}$	$\frac{125}{2}$	$\frac{3375}{96}$	$\frac{125}{4}$	-	$\frac{9375}{95}$
12	$\frac{1375}{85}$	-	$\frac{250}{15}$	$\frac{3625}{94}$	$\frac{125}{3}$	$\frac{125}{3}$	$\frac{5000}{91}$

он представлен ценными хозяйственными породами, жизнеспособен, равномерно распределен по территории и высотам.

В сосняках лишайникового типа в условиях таежной зоны в пределах Западно-Сибирского северо-таежного равнинного района общая густота сосново-кедрового подроста должна превышать отметку 2500 шт./га. На четырех ППП в процессе проведения исследований был зафиксирован необходимый уровень общей густоты хвойного подроста. На ППП 3, 5-7 подрост хвойных пород предварительной генерации жизнеспособен, равномерно распределен по территории и представлен всеми видами высот. На ППП 4 и 8-10 сосново-кедровый подрост под

пологом материнского древостоя представлен в основном самосевом и небольшими растениями высотой до 0,5 м, крупных размеров он не достигает, поскольку, вероятно, погибает в результате жесткой внутривидовой конкуренции, возникающей вследствие недостатка освещенности. После проведения рубки материнского древостоя дефицит солнечного освещения перестанет быть фактором, жестко лимитирующим развитие подроста. В сосняках лишайниковых, характеризующихся неравномерностью распределения подроста хвойных пород, необходимо проводить мероприятия, направленные на содействие естественному возобновлению, чтобы обеспечить контакт семян с плодородным слоем почвы.

Таблица 3

Распределение жизнеспособного подроста сосны и кедра по группам высот и типам леса, расчет общей густоты сосново-кедрового подроста предварительной генерации

№ ППП	Высота подроста сосны, м				Высота подроста кедра, м				Общая густота, шт./га
	Самосев	<0,5	0,5–1,5	>1,5	Самосев	<0,5	0,5–1,5	>1,5	
Сосняк зеленомошно-ягодниковый									
1	$\frac{375}{11}$	–	$\frac{625}{19}$	$\frac{2375}{70}$	$\frac{2125}{90}$	–	$\frac{125}{5}$	$\frac{125}{5}$	3100
2	–	$\frac{250}{7}$	$\frac{1750}{52}$	$\frac{1375}{41}$	$\frac{625}{72}$	$\frac{125}{14}$	$\frac{125}{14}$	–	3063
14	$\frac{625}{100}$	–	–	–	$\frac{14375}{87}$	$\frac{1625}{10}$	$\frac{625}{3}$	–	1313
18	–	$\frac{125}{11}$	$\frac{250}{22}$	$\frac{750}{67}$	–	$\frac{875}{32}$	$\frac{625}{23}$	$\frac{1250}{45}$	3200
Сосняк лишайниковый									
3	$\frac{1375}{18}$	$\frac{500}{6}$	$\frac{1125}{14}$	$\frac{4875}{62}$	$\frac{2500}{71}$	–	$\frac{625}{18}$	$\frac{375}{11}$	6900
4	$\frac{375}{75}$	–	–	$\frac{125}{25}$	$\frac{9750}{95}$	–	$\frac{500}{5}$	–	625
5	$\frac{750}{22}$	$\frac{500}{15}$	$\frac{1625}{48}$	$\frac{500}{15}$	$\frac{1000}{42}$	$\frac{125}{5}$	$\frac{375}{16}$	$\frac{875}{37}$	3288
6	$\frac{375}{20}$	$\frac{500}{27}$	$\frac{250}{13}$	$\frac{750}{40}$	$\frac{125}{7}$	$\frac{250}{14}$	$\frac{625}{35}$	$\frac{750}{44}$	2575
7	$\frac{250}{6}$	$\frac{250}{6}$	$\frac{375}{9}$	$\frac{3250}{79}$	$\frac{125}{4}$	$\frac{250}{8}$	$\frac{375}{13}$	$\frac{2225}{75}$	6325
8	$\frac{3875}{80}$	$\frac{1000}{20}$	–	–	$\frac{3500}{82}$	$\frac{625}{15}$	–	$\frac{125}{3}$	2375
9	$\frac{6375}{91}$	$\frac{625}{9}$	–	–	$\frac{6500}{95}$	$\frac{375}{5}$	–	–	500
10	$\frac{500}{33}$	$\frac{1000}{67}$	–	–	$\frac{2500}{65}$	$\frac{1125}{29}$	$\frac{125}{3}$	$\frac{125}{3}$	1288
11	$\frac{5750}{96}$	$\frac{250}{4}$	–	–	$\frac{3375}{100}$	–	–	–	125
12	$\frac{1000}{74}$	$\frac{375}{26}$	–	–	$\frac{2750}{76}$	$\frac{875}{24}$	–	–	625

Библиографический список

1. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 16 июля 2007 г. № 183 «Об утверждении правил лесовосстановления».
2. Лесохозяйственный регламент Красноселькупского лесничества Ямало-Ненецкого автономного округа / Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект». Новосибирск, 2008. 141 с.
3. Приказ Рослесхоза от 09 марта 2011 г. № 61 «Об утверждении перечня лесорастительных зон РФ и перечня лесных районов РФ».

УДК 62-85:539.319

Л.Т. Раевская
(L.T. Raevskaya)
УГЛТУ, Екатеринбург

РАСЧЕТ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ (CALCULATION OF THE SPECIAL CATERPILLAR ENGINE KINETIC ENERGY)

Представлен динамический расчет привода гусеницы. Было получено соотношение для кинетической энергии механической системы. Обсуждались некоторые особенности вычисления энергии. Движение отдельных частей привода гусеницы было рассмотрено более подробно.

The paper presents a dynamic calculation of the caterpillar drive. The relation of the mechanical system kinetic energy has been obtained. Some features of energy calculation were discussed. The movement of individual parts caterpillar drive was examined in detail.

Для исследования переходных процессов в механических системах прежде всего необходимо получить дифференциальные уравнения, описывающие исследуемые перемещения. При разгрузке-погрузке, при любом изменении направления движения, при начале движения, торможении могут возникать большие динамические нагрузки, превышающие статические. Необходимость в анализе переходных процессов возникает в связи с тем, что производительность машин определяется, кроме всего прочего, временем протекания переходных процессов [1].

В настоящей работе рассматривается процесс начала движения специального гусеничного движителя (рис. 1), особенность устройства которого описана нами ранее [2]. На рис. 1 изображен движитель с вновь вводимым узлом – ведущей звездочкой 3, расположенной примерно под серединой верхней ветви гусеницы, и натяжной звездочкой 2, размещённой над гусеницей впереди ведущей звездочки. Кроме того, на рис. 1 показаны: направляющий каток 1, заднее колесо 4, опорные катки 5–8. M_1 , M_2 , M_3 – моменты, приложенные к соответствующим звеньям.

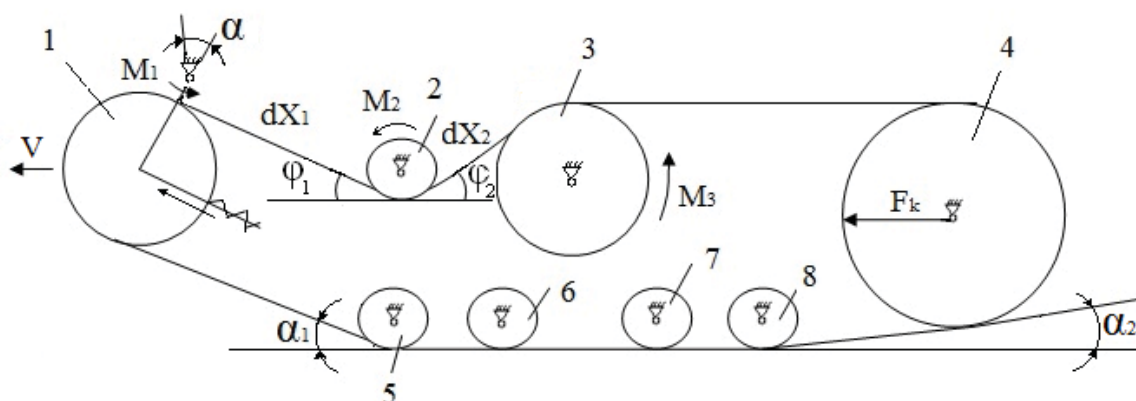


Рис. 1. Схематическое изображение движителя

Пробуксовка и скольжение отсутствуют. В момент начала движения появляется ускорение. Для системы, показанной на рис. 1, ограничимся двумя степенями свободы.

Для составления дифференциальных уравнений, описывающих динамический процесс, проще всего записать уравнения Лагранжа второго рода. Важным шагом в этом направлении является вычисление кинетической энергии механизма, которая зависит от абсолютных скоростей центров масс. Правильный расчет кинетической энергии движителя и получение соотношений для ускорений составляет цель настоящей работы. Этот расчет необходим для дальнейших исследований переходных процессов в подъемно-транспортных машинах. В связи с тем, что все силы и моменты учесть невозможно, в работе приняты следующие допущения:

- трактор движется без буксования и скольжения;
- опорные катки катятся по гусенице без пробуксовки;
- трактор движется прямолинейно;
- вертикальные перемещения опорных катков не учитываются;
- потери на проскальзывание звеньев на ведущем колесе, при ударе звеньев о зубья звёздочки, на трение качения направляющих колёс, опорных и поддерживающих катков составляют не более 5% от общих внутренних потерь и в практических расчетах не учитываются.

Поскольку угол α_2 между задней ветвью гусеницы и дорогой мал (α_2 принят равным 7° для этого типа движителя), то касательную силу тяги можно считать одинаковой на ведущем звене и на опорной поверхности гусениц.

Кинетическая энергия всего движителя $E_{дв}$ определяется как кинетическая энергия гусеницы и всех колес и звездочек:

$$E_{дв} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + 4E_{5-8} + E_r,$$

где E_1 – кинетическая энергия направляющего колеса, E_2 – кинетическая энергия верхней звёздочки; E_3 – кинетическая энергия ведущей звёздочки; E_4 –

кинетическая энергия заднего колеса; E_{5-8} – кинетическая энергия опорных катков; E_r – кинетическая энергия гусеницы.

Запишем кинетическую энергию отдельных участков гусеницы.

1. Левая прямолинейная часть нижней ветви гусеницы, наклоненная к оси x под углом α_1 . Этот участок совершает два поступательных движения (рис. 2, а). Скорости переносного V_e и относительного движений V_r равны по модулю: $V_e = V_r = V$, тогда для скорости левого нижнего участка $V_{лн}^H$ получим:

$$\begin{aligned} V_{лн}^H &= \sqrt{V_e^2 + V_r^2 - 2V_e V_r \cos \alpha_1} = \\ &= \sqrt{2V^2 - 2V^2 \cos \alpha_1} = V \sqrt{2(1 - \cos \alpha_1)}. \end{aligned}$$

Следовательно, для кинетической энергии этого участка получаем соотношение $E_{лн} = m_{лн} V^2 (1 - \cos \alpha_1)$.

2. Рабочая ветвь – это та часть прямолинейного участка правой части нижней ветви, которая находится между опорным катком 8 и задним колесом 4 (см. рис. 1). Аналогично предыдущему расчету получаем для скорости $V_{пн}$ (рис. 2, б) и кинетической энергии $E_{пн}$:

$$\begin{aligned} V_{пн}^2 &= V_e^2 + V_r^2 - 2V_e V_r \cos \alpha_2 = 2V^2 (1 - \cos \alpha_2), \\ E_{пн} &= m_{пн} V^2 (1 - \cos \alpha_2). \end{aligned}$$

3. Дуговая ветвь. Участок гусеницы, находящийся в контакте с натяжной звездочкой 2, в данный момент времени участвует в двух движениях: переносном со скоростью центра колеса и относительном вращении вокруг центра колеса.

$$E_{r2} = \frac{m_{r2} V^2}{2} + \frac{I_{r2} V^2}{2R_2^2} = \frac{V^2}{2} \left(m_{r2} + \frac{I_{r2}}{R_2^2} \right),$$

где m_{r2} – масса этого участка гусеницы, I_{r2} – момент инерции этого участка гусеницы относительно центра.

4. Свободная верхняя ветвь движется горизонтально между ведущей звездочкой 3 и задним колесом 4 с результирующей скоростью $\vec{V}_e = \vec{V}_e + \vec{V}_r$, $V_e = 2V$. Таким образом, кинетическая энергия получается в виде

$$E_b = \frac{m_{тв} (2V)^2}{2} = 2m_{тв} V^2.$$

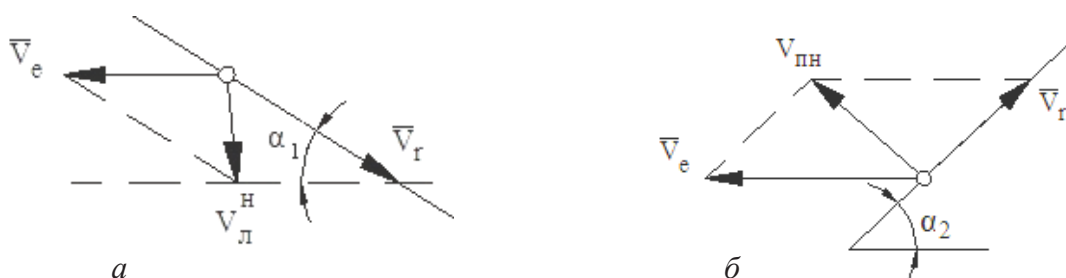


Рис. 2. К расчету скоростей левого (а) и правого (б) нижних участков гусеницы

5. Наклонная верхняя часть гусеницы между ведущей звездочкой 3 и наружной звездочкой 2 участвует в двух поступательных движениях со скоростями переносной и относительной с углом между ними φ_2 (рис. 3, а):

$$V_{\varphi_2}^2 = V_e^2 + V_r^2 + 2V_e V_r \cos \varphi_2, \quad V_{\varphi_2}^2 = 2V^2(1 + \cos \varphi_2).$$

Кинетическая энергия этой части гусеницы будет:

$$E_{\varphi_2} = m_{\varphi_2} V^2(1 + \cos \varphi_2).$$

6. Наклонная верхняя часть ветви гусеницы между наружной звездочкой 2 и направляющим колесом 1 участвует в двух поступательных движениях со скоростями переносной \vec{V}_e и относительной \vec{V}_r с углом между ними φ_1 (рис. 3, б).

$$V_{\varphi_1}^2 = V_e^2 + V_r^2 + 2V_e V_r \cos \varphi_1,$$

аналогично предыдущему расчету получим для кинетической энергии

$$E_{\varphi_1} = m_{\varphi_1} V^2(1 + \cos \varphi_1).$$

Рассмотрим движение отдельных деталей движителя. Натяжная звёздочка 2, ведущая звёздочка 3 и заднее колесо 4 имеют угловую скорость и поступательную V с остовом трактора. Опорные катки 5–8 вращаются вокруг своих осей и имеют угловую скорость и поступательную V вместе с остовом.

7. Наружная звездочка 2.

$$E_2 = \frac{m_2 V^2}{2} + \frac{I_2 \omega_2^2}{2} = \frac{V^2}{2} \left(m_2 + \frac{I_2}{R_2^2} \right), \quad \omega_2 = \frac{V}{R_2}.$$

8. Ведущая звездочка 3.

$$E_3 = \frac{m_3 V^2}{2} + \frac{I_3 \omega_3^2}{2} = \frac{V^2}{2} \left(m_3 + \frac{I_3}{R_3^2} \right), \quad \omega_3 = \frac{V}{R_3}.$$

9. Заднее колесо 4.

$$E_4 = \frac{m_4 V^2}{2} + \frac{I_4 \omega_4^2}{2} = \frac{V^2}{2} \left(m_4 + \frac{I_4}{R_4^2} \right), \quad \omega_4 = \frac{V}{R_4}.$$

10. Опорный каток совершает плоское движение, которое можно рассмотреть как вращательное движение вокруг точки касания с неподвижной опорной ветвью гусеницы или как сумму двух движений со скоростями переносной \vec{V}_e и относительной \vec{V}_r :

$$E_i = \frac{m_i V^2}{2} + \frac{I_i \omega_i^2}{2} = \frac{V^2}{2} \left(m_i + \frac{I_i}{R_i^2} \right), \quad \omega_i = \frac{V}{R_i},$$

$$E_5 + E_6 + E_7 + E_8 = 2V^2 \left(m_k + \frac{I_k}{R_k^2} \right),$$

где m_k – масса опорного катка, I_k – момент инерции опорного катка относительно центра масс.

11. Направляющее колесо 1 участвует в движениях: поступательном вместе с остовом со скоростью V и вращательном вокруг своего центра и оси кривошипа. Кроме того, колесо 1 имеет дополнительную степень свободы за счет вращения кривошипа ОС вокруг шарнира (рис. 4). Абсолютная скорость центра O зависит от направления вращения кривошипа. Возможны два варианта вращения кривошипа: по часовой стрелке (см. рис. 4) и против часовой стрелки. Для варианта на рис. 4 получаем:

$$V_0^2 = V^2 + V_{OC}^2 + 2V V_{OC} \cos \phi, \quad V_{OC} = \omega_0 l,$$

$$V_0^2 = V^2 + \omega_0^2 l^2 + 2V \omega_0 l \cos \phi.$$

При вращении против часовой стрелки скорость точки O получается в виде

$$V_0^2 = V^2 + \omega_0^2 l^2 - 2V \omega_0 l \cos \phi.$$



Рис. 3. К расчету скоростей наклонных верхних участков гусеницы: а – участок между 2-м и 3-м звеньями, б – участок между 2-м и 1-м звеньями движителя

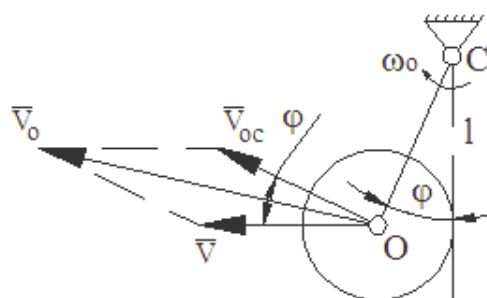


Рис. 4. К расчету абсолютной скорости центра направляющего колеса 1: ОС – длина кривошипа l , ω_0 – угловая скорость кривошипа

Для кинетической энергии направляющего колеса 1 получаем

$$E_1 = \frac{m_1 (V^2 + \omega_0^2 l^2 \pm 2V\omega_0 l \cos \varphi)}{2} + \frac{I_1 V^2}{2R_1^2}.$$

E_{r1} – энергия того участка гусеницы, который в данный момент находится в контакте с направляющим колесом 1. Этот участок гусеницы совершает 2 движения: относительное вращательное движение вокруг центра направляющего колеса 1 и переносное поступательное движение вместе с центром колеса. Скорость центра направляющего колеса 1 уже найдена, и потому для кинетической энергии этого участка гусеницы получаем:

$$E_{r1} = \frac{m_{r1} (V^2 + \omega_0^2 l^2 \pm 2V\omega_0 l \cos \varphi)}{2} + \frac{I_{r1} V^2}{2R_1^2},$$

где m_{r1} – масса этого участка гусеницы, I_{r1} – момент инерции этого участка гусеницы относительно центра колеса 1. Суммируя все энергии для идеальной

модели движителя, кинетическую энергию можем записать в виде

$$\begin{aligned} E_{\text{дв}} = & (m_{r1} + \frac{I_{r1}}{R_1^2} + m_1 + \frac{I_1}{R_1^2} + 4m_k + 4\frac{I_k}{R_k^2} + m_4 + \frac{I_4}{R_4^2} + \\ & + m_3 + \frac{I_3}{R_3^2} + m_2 + \frac{I_2}{R_2^2} + 2m_{\varphi_1} (1 + \cos \varphi_1) + \\ & + 2m_{\varphi_2} (1 + \cos \varphi_2) + 4m_{\text{гв}} + m_{r2} + \frac{I_{r2}}{R_2^2} + \\ & + 2m_{\text{пн}} (1 - \cos \alpha_2) + 2m_{\text{пн}} (1 - \cos \alpha_1)) \frac{V^2}{2} + \\ & + (1/2) (m_{r1} + m_1) (\omega_0^2 l^2 \pm 2V\omega_0 l \cos \varphi), \end{aligned}$$

где коэффициент перед $\frac{V^2}{2}$ – приведенная масса. Определив обобщенные силы для каждой степени свободы, можно записать уравнения Лагранжа и получить дифференциальные уравнения движения, из которых определяются и кинематические характеристики, и силовые воздействия, что и является целью дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Смехов А.А., Ерофеев Н.И. Оптимальное управление подъемно-транспортными машинами. М.: Машиностроение, 1975. 239 с.
2. Раевская Л.Т., Боровских А.М. Механико-математическая модель специального гусеничного движителя // Горн. информ.-аналит. бюл. № 1. 2007. Деп. в Моск. гос. горн. ун-те № 536/01-07.

УДК 378.145

Н.Н. Черемных, О.Ю. Арефьева
(N.N. Tcheremnyh, O.J. Arefyeva)
УГЛТУ, Екатеринбург

О РОЛИ ГРАФИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ON THE ROLE OF GRAPHIC COMPONENT DURING THE ESTIMATION OF THE QUALITY [INZHERENOGO] OF THE FORESTRY FORMATION)

На примере инженерного лесотехнического образования показано, что снижение внимания к геометрической составляющей в подготовке выпускников вуза повлечет за собой снижение качества их конструкторской подготовки.

It is shown based on the example of engineering forestry formation that reduction in the attention on geometrographic component in training of the graduates of VUZ (Institute of Higher Education) will involve reduction in the quality of their design preparation.

Общеизвестным считается факт, что основной задачей любого учебного заведения высшей школы является подготовка высококвалифицированных (компетентных, мобильных, конкурентоспособных, стремящихся к освоению всей многоуровневой подготовки, знакомых с методами научно-технического творчества, видящих междисциплинарные связи по всему периоду обучения в вузе, имеющих прочный уровень профессиональных знаний и креативное – с инже-

нерной направленностью – мышление, ощутивших на себе вопросы научно-инновационной деятельности за время обучения, способных к постоянному и непрерывному самообразованию и стремящихся к пополнению и обновлению знаний, а также творческому использованию их на практике в сферах предстоящей профессиональной деятельности, способных к самоконтролю в самостоятельной познавательной деятельности и самооценке) специалистов.

Перенос акцента внутреннего валового продукта из добывающих отраслей в производящие, на воссоздание, а в некоторых случаях и создание высокотехнологичной и конкурентоспособной промышленности ставит перед высшей школой задачи подготовки кадров инженерного профиля, способных создавать технику XXI века.

И даже сегодня при главенствующей роли в современном обществе юристов и экономистов никто не будет сомневаться по поводу того, что основу всех преобразований, в том числе и в современном капиталистическом обществе в России, составляет высокотехнологичная инженерная деятельность. Современное общество весьма сильно зависит от своих ученых и инженеров и постоянно и настойчиво требует от них реализации новых творческих идей, осуществленных в машинах, технологиях и всем том, что окружает нас и создает комфортные условия для проживания (жизнеобеспечения, передвижения, трудовой деятельности и т.д. и т.п.).

Блок инженерно-графических дисциплин (начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика) – начальное звено высшей технической школы. Особенностью технических специальностей является необходимость работы с большим объемом графического материала, к примеру, в виде сложных машиностроительных чертежей; необходимость оценки многовариантности рассматриваемых (предлагаемых) проектных и конструкторских решений для овеществления сложной наукоемкой продукции в сжатые (по сравнению с плановыми заданиями двадцатилетней давности) сроки. Представление о предмете (детали, узле) при чтении чертежа складывается не в результате непосредственного узнавания или припоминания, а в результате целой системы умственных действий, направленных на преобразование данных восприятия и мысленное воссоздание форм предмета. Для этого специалист (студент при обучении в вузе) должен выделить основную геометрическую форму, определить пропорции, проанализировать формы, соотношения отдельных его частей и, естественно, прикинуть технологические возможности изготовления на конкретном технологическом оборудовании. Добавим, что инженерно-графические дисциплины, обогащая точные науки наглядностью и простотой

решения многих задач, являются важнейшим средством в создании произведений (продукции) архитектуры и изобразительного искусства, транспортных и логистических схем, представления результатов НИР в виде графиков, диаграмм и т.д. и т.п.

Инженерно-графическая компетентность в нашем понимании представляет собой знания прежде всего начертательной геометрии как теоретической основы построения чертежа, знания и умения применять стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), умение читать чертежи, создавать их с учетом опыта многих десятилетий и современного уровня развития физики, химии, электроники, разделов математики.

В данном направлении мы считаем, что кафедрой начертательной геометрии и машиностроительного черчения (НГ и МЧ) достигнуты определенные успехи, которые отражены в ряде научно-методических статей [1–8].

Анализируя опыт работы кафедры НГ и МЧ и последующей кафедры – «Детали машин» за последние 30–50 лет, видим, что выпускники основных специальностей лесотехнического профиля успешно создавали оборудование для отрасли, а также имели успехи в работе оборонного комплекса страны. То есть получали качественное инженерное образование, в том числе одну из главных составляющих – конструкторскую подготовку.

При переходе на бакалавриат нас очень беспокоит снижение внимания к геометро-графической подготовке. И невольно задаешься вопросом – а кто будет создавать новую технику для отрасли? Наблюдение за работой магистратуры нас заставляет усомниться в том, что ее выпускники смогут осилить ответственную конструкторскую работу. Их в основном нацеливают на научные исследования, в том числе на продолжение учебы в аспирантуре. У конструктора же немного иные задачи и другой склад ума и характера.

Сейчас даже студента нельзя увлечь фразой «Учись, овладевай твердыми навыками черчения, развивай пространственное мышление, учись расчетам и конструированию и можешь смело идти в конструкторы». Студент скажет: «А куда?» Ведь отраслевая наука и конструирование сейчас без финансирования.

Библиографический список

1. Арефьева О.Ю., Черемных Н.Н. Интеллектуализация конструкторско-технологического проектирования // Тр. VII междунар. Евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI век». Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. С. 318–320.
2. Опыт федерального интернет-тестирования студентов лесотехнических специальностей / Л.Г. Тимофеева, Н.Н. Черемных, Т.В. Загребина, О.Ю. Арефьева // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: межвуз. науч.-метод. сб. Саратов: СГТУ, 2012. С. 57–59.

3. Черемных Н.Н., Арефьева О.Ю. Опыт профессиональной направленности инженерно-графических дисциплин в высшем лесотехническом образовании // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. URL: <http://www. Science – education.ru>.

4. Черемных Н.Н., Тимофеева Л.Г., Арефьева О.Ю. О педагогическом тестировании инженерной графики в высшем техническом образовании // Сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Школа-вуз: достижения и проблемы фундаментального образования». Ч. 1. Екатеринбург: УРФУ, 2012. С. 79–82.

5. Новое в геометрографических инженерных технологиях лесотехнического образования / Н.Н.Черемных, О.Ю. Арефьева, Л.Г. Тимофеева, Т.В. Загребина // Новые образовательные технологии в вузе (НОТВ – 2011): сб. матер. восьмой междунар. науч.-метод. конф. 2–4 февраля 2011 г. Екатеринбург: УРФУ–УПИ, 2011. С. 904–907 (электронное издание).

6. Черемных Н.Н., Тимофеева Л.Г., Арефьева О.Ю. Некоторые выводы по результатам интернет-тестирования по геометрографическим дисциплинам в лесотехническом образовании // Матер. XIII междунар. науч.-практ. конф. «Наука в информационном пространстве». Т. 4: Точные науки. Днепропетровск, 2012. С. 55–59.

7. Черемных Н.Н., Ларионова Р.М. О проблемах заинтересованности студентов в изучении общеобразовательных дисциплин лесохозяйственных направлений // Леса России и хозяйство в них. 2011. 4 (41). С. 379–382.

8. Черемных Н.Н., Арефьева О.Ю. Практическая направленность учебных графических работ // Тр. 6 междунар. Евразийского симпозиума «Деревообработка, технологии, оборудование, менеджмент XXI века». Екатеринбург, 2011. С. 379–382.

УДК 630*228

С.С. Штукин, А.С. Клыш
(S.S. Shtukin, A.S. Klysh)
БГТУ, Минск

ПЛАНТАЦИОННЫЙ СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ДРЕВОСТОЕВ – ОЦЕНКА ХОДА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (THE PLANTATION WAY OF CULTIVATION OF HIGHLY PRODUCTIVE FOREST STANDS – APPRAISAL OF THE PRODUCTION EXPERIMENT)

Приведены результаты исследования продуктивности опытных лесных плантаций сосны обыкновенной, созданных в 70-е и 80-е годы. Установлено, что на плантациях и в контрольных древостоях до 47 лет сохраняется различие по среднему диаметру.

The results of the research of productivity of pine forest experimental plantations, created in the 70 and 80's, are submitted. Found that on the plantations in the control stands till 47 years saved a difference in mean diameter.

Современная структура лесного комплекса как Республики Беларусь, так и Российской Федерации в полной мере не соответствует насущным потребностям национального хозяйства. В результате лесопиление постоянно испытывает дефицит пиловочника, так как в структуре лесосечного фонда превалирует средняя и тонкомерная древесина главным образом мягколиственных пород (55%), имеющая ограниченный спрос [1].

Как предлагают отдельные исследователи, решение проблемы возможно за счет ускоренного выращивания хвойных крупномерных деревьев на лесных плантациях. В Институте леса НАН Республики Беларусь давно от общих рассуждений перешли к конкретному делу – почти 50 лет осуществляется производственный эксперимент. Решение проблемы ускоренного

выращивания наиболее востребованных лесоматериалов возможно на лесных плантациях [2, 3].

Изучение продуктивности сосны на лесных плантациях выполнено на стационарном опытном объекте, заложенном весной 1977 г. путем разреживания 11-летних лесных культур в кв. 32 Подсвильского лесничества ГЛХУ «Двинская ЭЛБ Института леса НАН Беларуси». На этом объекте предусмотрены различные варианты густоты стояния древесных растений, химическая мелиорация и обрезка сучьев (рисунк). Отличительной особенностью этого опытного объекта является то, что на нем не проводились рубки ухода.

Изучение продуктивности формируемых древостоев проведено в сентябре 2012 г., результаты которого приведены в табл. 1.



Опытная плантация сосны с густотой стояния
древесных растений в 11 лет 0,9 тыс. стволов на 1 га (возраст 47 лет)

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика
11-летних древостоев на опытной лесной плантации сосны и в контрольном насаждении
(кв. 32 Подсвильского лесничества ГЛХУ
«Двинская ЭЛБ Института леса НАН Беларуси»)

Лесоводственно-таксационный показатель	Контроль с густотой 7,4 тыс. стволов на 1 га	Опытная лесная плантация с густотой 1,8 тыс. стволов на 1 га
Тип леса / Состав	С. орл. / 10С	С. орл. / 10С
Тип лесорастительных условий / Возраст, лет	B ₂ / 47	B ₂ / 47
Средняя высота, м	21,0	22,7
Средний диаметр, см	20,9	23,9
Количество деревьев в ступенях толщины 28 см и более, стволов на 1 га	115	286
Сумма площадей сечения, м ²	45,94	42,37
Полнота	1,25	1,12
Бонитет	I ^a	I ^a
Количество стволов на 1 га	1340	944
Запас, м ³ на 1 га / Средний объем ствола, м ³	437 / 0,33	432 / 0,46
Крупная древесина, м ³ /га	3,6	55,6
Средняя древесина, м ³ /га	262,6	307

Установлено, что на старопахотных почвах в условиях сосняка орлякового (B_2) при массивованном (четыре раза) внесении минеральных удобрений (в основном азотных в дозе 100–150 кг на 1 га по д. в.) уже к 47 годам как на лесных плантациях, так и в контрольных древостоях их запас достигает 400 м³/га. При этом на лесных плантациях с густотой стояния древесных растений 1,8 тыс. стволов на 1 га выращена древесина, которая по сортиментной структуре коренным образом отличается от таковой в контрольном насаждении. Так, запас крупной древесины превысил контрольный показатель в 15,4 раза. Количество деревьев в ступенях толщины 28 см и более на лесных плантациях в 2,5 раза больше, чем в контрольных насаждениях. Наличие крупных деревьев свидетельствует о возможном значительном сокращении сроков выращивания крупномерной древесины на лесных плантациях при назначении древостоев в рубку главного пользования в соответствии с рекомендациями И.С. Глушенкова по среднему диаметру [4].

Изучение хода роста сосны на лесных плантациях и в контрольных насаждениях, произрастающих в условиях сосняка мшистого (A_2), проводилось на протяжении трех десятилетий на стационарных опытных объектах в кв. 51 Прошковского лесничества ГЛХУ «Двинская ЭЛБ Института леса НАН Беларуси», а также в кв. 57 и 58 Глубокского лесничества ГЛХУ «Глубокский опытный лесхоз». Рост сосны на лесных плантациях исследовали при густоте стояния древесных растений в 8–11-летнем возрасте 1,8–2,0 тыс. стволов на 1 га. Густота стояния древостоев на контрольных делянках составляла в таком же возрасте 7,5–8,0 тыс. стволов на 1 га. Показатели роста сосны на плантациях и в контрольных древостоях сравнивали также с аналогичными данными

таблиц хода роста насаждений искусственного происхождения.

В табл. 2 приведены средние таксационные показатели по всем трем опытным объектам. При этом принимались во внимание только те насаждения, где применялась химическая или биологическая мелиорация.

В результате изучения хода роста сосны обыкновенной по высоте на лесных плантациях установлено, что по этому показателю древостои на разреженных делянках не уступают контрольным насаждениям. Небольшое преимущество лесных плантаций по средней высоте в сравнении с контрольными данными в основном связано с тем, что в процессе разреживания молодняков в середине первого класса возраста, как правило, вырубались отставшие в росте древесные растения, что не может не отразиться на средней высоте древостоя. Если же сравнивать интенсивность роста опытных лесных плантаций и контрольных древостоев с данными таблиц хода роста сосны искусственного происхождения II бонитета, произрастающих в условиях сосняка мшистого, можно отметить, что ход роста древостоев на лесных плантациях и на контрольных делянках также не имеет по высоте значительных отличий.

При изучении хода роста древостоев по диаметру на опытных лесных плантациях и на контрольных делянках установлено, что разреживание молодняков в середине первого класса возраста способствовало усилению роста древостоев по среднему диаметру – основному лесотаксационному показателю, характеризующему успешность решения главной задачи плантационного лесоводства – ускоренного выращивания крупномерной и балансовой древесины хвойных пород.

В 20 лет средний диаметр древостоев на лесных плантациях в 1,8 раза превышал контрольные показате-

Таблица 2

Ход роста лесных плантаций сосны и контрольных древостоев в условиях сосняка мшистого (II класс бонитета)

Возраст, лет	Средняя высота, м		Средний диаметр, см		Количество стволов на 1 га		Запас, м ³ /га	
	Плантация	Контроль*	Плантация	Контроль*	Плантация	Контроль*	Плантация	Контроль*
10	4,0	3,8/3,1	8,3	5,0/4,6	1900	7500/7840	19	39/33
15	5,8	5,5/5,7	9,2	6,8/6,2	1750	6030/6385	63	80/72
20	8,3	7,9/8,1	14,2	8,0/7,9	1580	4510/5035	120	123/115
25	10,7	10,5/10,4	17,0	10,2/9,7	1308	3425/3970	160	156/158
30	14,0	13,6/12,5	17,8	14,2/11,5	1197	2740/3185	207	203/200
35	15,8	15,4/14,2	19,3	15,5/13,3	1150	1907/2610	243	236/238
40	17,7	17,2/15,8	21,1	16,6/15,1	1120	1730/2165	280	265/273
45	18,3	18,0/17,1	23,0	17,5/16,9	1080	1680/1805	301	286/304

* В числителе приведены показатели роста древостоев на контроле, в знаменателе – по таблицам хода роста.

тели и данные таблиц хода роста лесных культур сосны. Конечно, в какой-то степени это связано с тем, что в процессе разреживания молодняков в середине первого класса возраста, как правило, вырубается отставшие в росте древесные растения, что не может не отразиться на среднем диаметре древостоя. Но это влияние в основном проявляется в молодом возрасте. К тому же нашими исследованиями установлено, что средний диаметр 700 деревьев-лидеров в 30-летнем возрасте не менее чем в 1,4 раза превышает этот показатель у таких же деревьев на контрольных делянках [3].

Анализ хода роста опытных лесных плантаций и контрольных насаждений по изменению густоты стояния древесных растений с возрастом свидетельствует о том, что при заданном режиме густоты в результате ожесточенной внутривидовой конкуренции в перегущенных древостоях происходит интенсивный отпад ослабленных в росте древесных растений. В результате этой конкуренции происходит угнетение не только ослабленных деревьев, но и древесных растений высших классов продуктивности.

По запасу древостои на интенсивно разреженных участках в первые годы после проведения мероприятия заметно уступают такому же показателю роста контрольных насаждений, а также данным таблиц хода роста. Но в молодом возрасте абсолютные показатели этих различий не имеют важного значения. Тем более что уже к 20 годам запас древесины на опытных лесных плантациях достигает контрольных показателей и показателей таблиц хода роста сосновых насаждений искусственного происхождения. Однако для плантационного лесоводства это не главное преимущество. Гораздо важнее то, что на лесных плантациях становится возможным снижение возраста главной рубки древостоя, что очень выгодно с экономической и экологической точек зрения [3]. Снижение возраста рубки, и это видно из приведенной таблицы хода роста лесных плантаций сосны и контрольных древостоев, обуславливается значительной разницей накопления древесины до и после 40-летнего возраста. Эта же закономерность просматривается и в таблицах хода роста. К тому же на лесных плантациях

можно значительно раньше вырастить крупномерную древесину хвойных видов, что является одной из важнейших задач современного лесного хозяйства.

Результаты наших исследований позволяют сделать следующие выводы:

- с увеличением возраста древостоев сосны обыкновенной до 47 лет на лесных плантациях сохраняются различия с контрольными насаждениями по среднему диаметру – основному таксационному показателю, характеризующему товарность леса. Количество деревьев в ступенях толщины 28 см и более на лесных плантациях в 2,5 раза больше, чем в контрольных насаждениях. Запас крупной древесины на плантациях сосны в условиях сосняка орлякового в 47 лет превышает запас на контроле в 15 раз;

- по средней высоте древостои на плантациях превосходят контрольные насаждения. Однако это преимущество связано с тем, что в процессе разреживания молодняков в середине первого класса возраста вырубается отставшие в росте древесные растения, а также с улучшением плодородия почвы в связи с изменением светового режима, разрастанием живого напочвенного покрова и ослаблением дерново-подзолистого процесса в почве [3];

- после 40-летнего возраста на лесных плантациях и в контрольных насаждениях снижается интенсивность роста древостоев по запасу, что является весомым аргументом в пользу уменьшения возраста рубки при плантационном лесовыращивании, где крупные лесоматериалы можно вырастить значительно раньше;

- до 47-летнего возраста на опытных лесных плантациях и в контрольных древостоях сохраняются значительные различия (в 1,4–1,6 раза) по количеству стволов на 1 га;

- приведенные данные получены благодаря постановке в 70-е и 80-е годы серии многофакторных, широкоплановых и длительных экспериментов, которые в лесорастительных условиях зоны смешанных лесов не имеют аналогов в области интенсификации лесовыращивания, а поэтому являются в своей области уникальными и имеющими большую практическую и научную ценность.

Библиографический список

1. Мещерякова Е.В., Бирюкова В.Н. Некоторые вопросы государственного регулирования в лесопромышленном комплексе // Лесн. и охотничье хоз-во. 2000. № 4. С. 16–18.
2. Плантационное лесоводство / И. В. Шутов [и др.]; под общ. ред. И. В. Шутова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 366 с.
3. Штукин С.С. Ускоренное выращивание сосны, ели и лиственницы на лесных плантациях. Минск: Право и экономика, 2004. 314 с.
4. Глушенков И. С. Прогнозирование технической спелости древостоев через средний прирост по диаметру // Лесохоз. информ. 1977. Вып. 22. С. 13–15.

УДК 62-416:691-116

И.В. Яцун, Ю.И. Ветошкин
(I.V. Yatsun, Y.I. Vetoshkin)
УГЛТУ, Екатеринбург

**ПОЛУЧЕНИЕ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ИЗ ЛЕГКОПЛАВКОГО СПЛАВА ВУДА
ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ РЕНТГЕНОЗАЩИТНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ
(RECEIVING SHEET HIRE FROM WOOD'S FUSIBLE ALLOY FOR REINFORCING
OF THE X-RAY PROTECTIVE MATERIAL ON THE BASIS OF WOOD)**

Рассмотрен технологический регламент получения листового проката из легкоплавкого сплава Вуда в лабораторных и полупромышленных условиях, выполняющего роль защитного и связующего слоя в конструкции рентгенозащитного материала на основе древесины.

The production schedules of receiving sheet hire from Wood's fusible alloy in the laboratory and semi-industrial conditions, carrying out a role of a protective and binding layer in a design of a X-ray protective material on the basis of wood are considered.

На кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета уже много лет ведутся разработки по созданию слоистых материалов на основе древесины, способных ослабить поток ионизирующего излучения (в частности рентгеновского). Один из разработанных материалов (ФАНОТРЕН А) представляет собой конструкцию, в которой слои лущеного березового шпона (матрица) чередуются со слоями фольги из легкоплавкого сплава Вуда. Особенность предложенной конструкции в том, что фольга является одновременно связующим и защитным слоем.

Проведенные литературные исследования позволяют сделать вывод о том, что в настоящее время нет методики получения листового проката легкоплавкого сплава Вуда, поэтому в статье дается подробное описание технологии получения фольги толщиной $0,3 \pm 0,02$ мм для армирования слоистого рентгенозащитного материала на основе древесины.

Постановка задачи. Структура сплава BiPbSn определяется тройной диаграммой состояния. Проекция линии ликвидуса показывает, что кристаллизация сплава в диапазоне рассматриваемых концентраций осуществляется в три стадии. По мере охлаждения из жидкости (при свободном равновесном охлаждении) начинают выделяться кристаллы Sn по реакции $L \rightarrow Sn+Le$, на второй стадии происходит двойная эвтектика $L \rightarrow \epsilon(Sn+Pb)+Le$ и на третьей – тройная эвтектика $L \rightarrow \epsilon^*(Sn+Pb+Bi)$.

Такая схема кристаллизации предполагает получение твердого состояния, отличающегося двумя негативными свойствами:

– наличием грубой неравновесной структуры, состоящей из нескольких фаз, различающихся по свойствам;

– крупнозернистой структурой с величиной зерна 10–15 мм и диаметром 3–4 мм.

Гомогенизирующий отжиг мог бы решить проблему большого зерна, скорее всего, оно бы увеличилось за счет роста малоугловых границ.

Как показал эксперимент, деформация слитка с такой структурой в холодном состоянии приводит к его разрушению независимо от условий прокатки (скорости прокатки, степени деформации, диаметра валков и т.д.).

Попытки горячей прокатки также привели к положительному результату. Слиток превращался в кашеобразную массу и рассыпался. Существуют еще технологические причины, не позволяющие нагреть слиток до температуры прокатки.

Исследования показали, что сплав Вуда будет подвергаться холодной деформации при условии, что структура сплава должна представлять собой тонкую механическую смесь, состоящую преимущественно из четвертой эвтектики с мелкозернистой структурой (величина зерна 50–100 мм).

Получение слитка. Получение необходимой структуры слитка обеспечивается температурой нагрева расплава и охлаждением его со скоростью не ниже критической $V_{кр}$:

$$V_{кр} = \frac{\Delta T}{\tau_1 + \tau_2},$$

где ΔT – оптимальная температура нагрева расплава, определенная экспериментальным путем (150–160 °С);

τ_1 – время охлаждения до полной кристаллизации слитка, с;

τ_2 – время охлаждения до конечной кристаллизации слитка, с.

Техническое исполнение эксперимента. Сплав в виде гранул засыпается в металлический ковш с ручной подачей и помещается в печь, разогретую до 300–500 °С.

Разливка металла осуществляется через воронку в разборную металлическую изложницу, предварительно разогретую до 40–50 °С, которая быстро погружается в емкость с холодной водой для охлаждения.

Полученные слитки подвергались прокатке на одноклетьевом четырехвалковом стане с диаметром валков 40 мм (в лабораторных условиях) и на одноклетьевом двухвалковом реверсивном стане с диаметром валков 260 мм шириной 260 мм (в полупромышленных условиях).

В результате были получены листы размером 1100×150 мм и толщиной 0,3 мм.

Отличительной особенностью листового проката из сплава Вуда является невысокая скорость прокатки и малая степень деформации, что объясняется заметным увеличением сопротивления деформации при увеличении скорости деформации выше критической.

Основные условия прокатки были получены экспериментальным путем:

1) скорость прокатки V_{np} 150–200 мм/с (но не более 300 мм/с);

2) степень деформации ε 4–5 % (с некоторым изменением при уменьшении толщины прокатного листа до 3 %);

3) схема прокатки: через 2–3 рабочих прохода с обжатием, 1–2 свободных прохода без обжатия $\varepsilon = 0$ (для рихтовки «волны» и релаксации напряжений).

Расчетные характеристики условий прокатки при полупромышленном способе получения фольги. Расчет основных показателей, обеспечивающих получение высококачественного проката, производится в соответствии с [1, 2]:

а) определение полного давления на валец:

$$P = P_{cp} F,$$

где P – полное давление на валец, кг;

P_{cp} – удельное (среднее) давление на валец, кг/мм²;

F – горизонтальная проекция контактной площадки соприкосновения металла с одним валком, мм²:

$$F = \frac{b_0 + b_1}{2} \sqrt{0,5 D_b \Delta h},$$

где b_0, b_1 – соответственно ширина полосы без уширения и с уширением, мм;

D_b – диаметр валка, мм;

Δh – величина обжима, %.

$$F = \frac{150 + 160}{2} \sqrt{0,5 \cdot 260 \cdot 0,5} \approx 1300 \text{ мм}^2.$$

Величина P_{cp} рассчитывается по таблице [1], учитывающей превышение среднего удельного давления над пределом текучести в зависимости от коэффициента трения K_f , размеров деформации δ и величины обжатия $\varepsilon = 5\%$.

$$\delta = \mu \frac{2 \sqrt{0,5 D_b \Delta h}}{0,5}.$$

По таблице [1] при $\delta = 10\varepsilon = 0,5$ превышение среднего давления над пределом текучести $\sigma_{0,2} = K_f = 1,0$ составляет около 1,4.

$$P_{cp} = 1,4 \cdot 1,15 \cdot K_f \approx 2 \text{ кг/мм}^2,$$

отсюда

$$P_{cp} = 2 \cdot 1300 = 2600 \text{ кг};$$

б) определение скорости деформации:

$$V_{деф} = 2 V_{окр} \frac{\sqrt{2 \Delta h / D_b}}{h_0 + h_1},$$

где $V_{окр}$ – окружная скорость валков; $V_{окр} = 200$ мм/мин;

$$V_{деф} = 2 \cdot 200 \frac{\sqrt{2 \cdot 0,5 / 260}}{23,5} \approx 1 \text{ с}^{-1}.$$

в) определение момента двигателя:

$$M_{ов} = M_{np} + M_{mp} + M_{дин},$$

где M_{np} – момент прокатки, т.е. полезный момент, затрачиваемый на деформацию металла:

$$M_{np} = Pa,$$

где a – длина рычага, см:

$$M_{np} = 2600 \cdot 26 = 6,76 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

M_{mp} – момент сил трения:

$$M_{mp} = Pd\mu,$$

где d – диаметр шейки валка, равный 150 мм;

μ – коэффициент трения, равный 0,07:

$$M_{mp} = 2 \cdot 2600 \cdot 15 \cdot 0,07 = 0,55 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$M_{дин}$ – динамический момент, возникающий при неравномерном вращении валков (инерционные усилия):

$$M_{дин} = \frac{GD^2}{3,75},$$

где G – вес вращающегося тела, равный 130 кг;

$$M_{дин} = \frac{130 \cdot 26^2}{3,75} = 23,43 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

отсюда имеем

$$M_{ов} \approx 30 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Библиографический список

1. Шпагин А.И. Справочник по машиностроительным материалам. М.: Машгиз, 1959. Т. 2. С. 320–355.
2. Смирягин А.П., Шпагин А.И. Оловянистые бронзы, баббиты, припои и их заменители. М.: Металлургия, 1949. 494 с.

«ЛЕС МАСАРИКА»

Учебному лесному предприятию при сельскохозяйственном и лесотехническом университете им. Менделя в г. Брно — 90 лет

Многие студенты и преподаватели Уральского государственного лесотехнического университета в Екатеринбурге во время стажировок и практик или на лекциях, а также из литературы и Интернета лично ознакомились с Учебным лесным предприятием «Лес Масарика Крштины» при Университете им. Менделя в г.Брно. Поэтому было бы справедливо отметить, что 2013 г. для учебного предприятия является знаменательным – в этом году исполняется 90 лет со дня его возникновения.

Первоначально учебный лесхоз «Адамов» при Сельскохозяйственном институте в Брно был учрежден по указу Министерства сельского хозяйства Чехословакии от 23 мая 1922 г., а свою деятельность начал 01.01.1923 г. Произошло это в связи с переходом конфискованного имущества рода Лихтенштейн к государству, которое в свою очередь передало его Сельскохозяйственному институту в Брно (ныне Сельскохозяйственный и лесотехнический университет им. Менделя в г. Брно) в качестве учебно-исследовательского объекта. Почетное наименование «Лес Масарика» было присвоено предприятию тоже по указу министерства от 14.04.1932 г. с согласия первого президента Чехословакии Т. Г. Масарика. До настоящего времени мы ценим оба эти удачные решения, потому что на практической подготовке, проводимой в самых разных природных условиях, с многообразным видовым составом лесонасаждений, выросли многие поколения не только местных, но и зарубежных специалистов с высшим образованием в области лесного дела, ландшафтной архитектуры и лесопереработки.

Учебное лесное предприятие «Лес Масарика Крштины» (УЛП), являясь организационным подразделением Университета им. Менделя в г. Брно (MENDELU) и располагая специальным оснащением для пяти факультетов университета, прежде всего для факультета лесоводства и деревообработки (ФЛД), со дня своего основания выполняет три основные задачи:

– в первую очередь в рамках педагогической и научной деятельности предоставляет практическую базу слушателям учебных программ по специальностям лесоводство, ландшафтная архитектура, лесозаготовка и лесопереработка; создает условия, позволяющие преподавателям университета решать педагогические, научно-исследовательские и контрольные задачи;

– обеспечивает надлежащее пользование лесным хозяйством университета, т. е. по праву входит в число ведущих субъектов отрасли;

– служит широкой общественности, располагая рекреационной базой высокого уровня и богатством, связанным с полезными функциями леса.

Лесные участки MENDELU занимают площадь 10 200 га, образуя сплошной комплекс, непосредственно соседствующий с северной границей г. Брно. Леса находятся на высоте от 210 до 575 м и характеризуются значительным разнообразием природных условий, ставших предпосылкой для создания учебно-практической базы университета. Преобладают смешанные леса, в которых 46% приходится на хвойные и 54% на лиственные породы деревьев.

Среднегодовая температура составляет 7,5°C, среднегодовое количество осадков – всего 610 мм. Рельеф местности сильно изрезан с ярко выраженными глубокими долинами и ущельями, особенно в местах протекания рек. Геологическую основу составляют гранодиориты, кульмские граувакки и известняк. Традиция УЛП заключается в применении более гибких методов лесопользования, с минимумом элементов сплошной рубки, с естественным возобновлением леса.

На УЛП долгосрочно разрабатывается ряд научно-исследовательских задач и запланировано широкое педагогическое сотрудничество. Эта деятельность связана с международными программами в рамках Европейского союза, России, Китая и Латинской Америки. Для этой цели используются лесохозяйственные и лесозаготовительные демонстрационные объекты. Для потребностей учебных программ по специальностям «Лесное дело» и «Ландшафтная архитектура» на факультете лесоводства служат опытные площади прореживания в буковых, еловых, пихтовых и смешанных насаждениях, автохтонные площади лиственницы европейской, ели обыкновенной, пихты белой и сосны скрученной широкохвойной, а также три генные базы (бук, дуб и ель) и лесосеменные плантации лиственницы, сосны, осины, вяза (ильма) горного. Для работы и учебы можно использовать уже полученные и опубликованные данные и результаты. Большое внимание уделяется модернизации существующих, но главное, строительству новых учебных установок и демонстрационных объектов.

В рамках хозяйственной деятельности УЛП в трех лесничествах осуществляет все работы по уходу за

лесными насаждениями, лесозаготовку, охрану лесов и охотничий промысел. На собственном лесопильном производстве, оснащённом двумя ленточнопильными станками, рамной пилой для тонкого раскроя кругляка, тремя сушильными установками для пиломатериалов, пропарочной камерой и сортировочной линией Baljer-Zembrod, перерабатывается собственная заготовленная древесина с последующей продажей пиломатериалов. Для нужд собственного предприятия и для сторонних заказчиков на УЛП служат ремонтные мастерские с широким спектром услуг; осуществляется также транспортировка, вагонная погрузка древесины и продажа колотого отопительного лесоматериала. В центре, включающем лесопитомник по выращиванию саженцев, дендрарии и зелёные насаждения, приобретается нужный посадочный материал для облесения и озеленения. На научно-исследовательской станции в Крштинах разрабатывается и производится лесная техника, например, лебедки, рядные посадочные машины, машины для работы в питомниках, культиваторы почвы, но прежде всего 4 модели лесных канатных дорог LARIX. В полностью отреставрированном замке Крштина, переоборудованном под современный конференц-центр, наряду с проживанием можно заказать полный комплект услуг для проведения специализированных, культурных и развлекательных мероприятий. На прогулки влечет вновь обустроенный и обновленный парк у замка.

УЛП занимает исключительное место в выполнении эстетических и воспитательных функций лесов. С этой целью в прошлом без дальнейшего вмешательства были сохранены насаждения с естественным составом древесных пород. Из них постепенно возникла сеть, включающая 21 природный заповедник и памятники общей площадью 865 га. Для исследований и релаксации служат три дендрария с ценными коллекциями деревьев. Естественные местные красоты области дополняются продуманно. На возвышенностях поддерживаются прекрасные виды на окрестности. В комплексе непрерывных лесов обустроены лесные поляны, вокруг которых для разнообразия высажены экзотические породы деревьев. Открываются лесные источники, а затем обустраиваются площади у лесных родников, в определенных местах установлены памятники и мемориальные доски.

Весь ансамбль из 80 таких объектов получил название «Лесной Славин» и посвящен выдающимся чеш-

ским и иностранным лесоводам, представителям искусства, выдающимся учителям наук о лесе, о флоре, фауне и непосредственно деревьям. Всё служит широкой общественности и не только пешим посетителям, но и велосипедистам.

Благодаря способу пользования лесными насаждениями, эстетическому оформлению лесов, многочисленным учебно-демонстрационным объектам специального назначения, современному производству и широкой базе данных результатов исследований УЛП стало целью для посещения многочисленных отечественных и зарубежных экскурсий, местом прохождения практик и стажировок студентов, лесоводов-практиков. Это согласуется и с тем фактом, что, на основании соблюдения требуемых стандартов УЛП является держателем сертификатов в области экологии: с 1997 г. – FSC, а с 2003 г. – PEFC. В 2011 г. был официально объявлен лесным парком «Лес Масарика Крштина». Третья часть предприятия находится на территории природного заповедника «Моравский карст», а 40 % лесных насаждений УЛП включено в европейскую программу охраны природы NATURA 2000. Однако сегодня Учебное лесное предприятие «Лес Масарика Крштина» при Университете им. Менделя в г. Брно на основе действующего закона «О высших учебных заведениях» по своему оснащению и долгосрочным результатам работы является важным объектом для осуществления образовательной деятельности и научных исследований, проводимых не только для слушателей Университета им. Менделя, но также для студентов и специалистов из Чешской Республики, Европейского союза и других стран мира.

В будущем будет продолжено успешное сотрудничество MENDELU, его УЛП и УГЛТУ (Екатеринбург), которое будет опираться на опыт последних 10 лет, в течение которых применялась прежде всего практическая форма учебной подготовки в виде практики на УЛП. Расширение взаимного сотрудничества должно выражаться в форме обмена и ориентироваться на область разработки специальных, дипломных и докторских работ с привлечением интересных, актуальных тем в данной области.

*Инж. Павел Маур,
почётный профессор УГЛТУ (Екатеринбург)
Университет им. Менделя в г. Брно*