

Министерство образования и науки РФ
Администрация Костромской области
Департамент образования и науки
Международная академия наук о древесине (ИАВС)
Региональный координационный совет
по современным проблемам лесоведения
ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

МАТЕРИАЛЫ

**международной научно-технической конференции,
посвященной 50-летию кафедры механической
технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ**

**Кострома ♦ Россия
9–12 октября 2012 г.**

Кострома
ИЗДАТЕЛЬСТВО

2012

Печатается по решению редакционно-издательского совета КГТУ

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Азаров В.И. – д.т.н., проф. МГУЛ
Бирюков В.Г. – д.т.н., проф., МГУЛ
Глухих В.В. – д.т.н., проф., УГЛТУ
Мальшева Г.В. – д.т.н., проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана
Покровская Е.Н. – д.т.н., проф., МГСУ
Рыбин Б.М. – д.т.н., проф., МГУЛ
Рыкунин С.Н. – д.т.н., проф., МГУЛ
Сергеевичев В.В. – д.т.н., проф., СПбГЛТУ
Платонов А.Д. – д.т.н., проф., ВГЛТА
Титунин А.А. – к.т.н., проф., КГТУ
Уголев Б.Н. – д.т.н., проф., МГУЛ
Угрюмов С.А. – д.т.н., проф., КГТУ
Цветков В.Е. – д.т.н., проф., МГУЛ

А437

Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса : материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ / отв. ред. С.А. Угрюмов, Т.Н. Вахнина, А.А. Титунин. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2012. – 219 с.
ISBN 978-5-8285-0623-1

Материалы конференции представлены 98 статьями, содержащими результаты работ в областях исследования строения и свойств древесины и древесных материалов, современных технологических процессов получения изделий из древесины, прогрессивных технологий и техники лесозаготовительного и лесовосстановительного производств, экологических и экономических аспектов технологии лесовосстановительных, лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств. Материалы исследований отражают современный уровень знаний в данных научных направлениях и могут быть полезны для ученых, работников производства, преподавателей, аспирантов и студентов вузов лесного комплекса.

УДК 634.674

РОЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА В ПОДГОТОВКЕ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ КАФЕДРЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСИНЫ

А.А. Титунин

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
utu@kstu.edu.ru

В статье представлены сведения об участии кафедры механической технологии древесины КГТУ в работе РКСД, отражена положительная роль сотрудничества с учеными-членами РКСД на развитие научно-исследовательской и учебно-методической работы.

Региональный Координационный совет по современным проблемам древесиноведения объединяет на межгосударственном уровне ученых высших учебных заведений, научно-исследовательских институтов, представителей экспертных организаций и промышленных предприятий, занимающихся актуальными вопросами анатомии, физиологии, дендрохронологии, свойств древесины, качества, стандартизации и сертификации древесных материалов и изделий, а также других вопросов древесиноведения. Первым представителем Костромской области в РКСД был заведующий кафедрой механической технологии древесины, д.т.н., проф. Межов И.С., имеющий богатый опыт руководителя крупного промышленного предприятия, активно занимающийся проблемами рационального использования пиловочного сырья, технологии производства фанеры и плит. Благодаря установившимся контактам с учеными Московского университета леса, Санкт-Петербурга (тогда Ленинграда) ученики Ивана Семеновича успешно защищали свои кандидатские диссертации: Л.К. Еремина – в ЛТА им. С.М.Кирова и С.А.Угрюмов – в Московском государственном университете леса (МГУЛ).

Из-за тяжелого недуга И.С. Межов не мог продолжать работу в РКСД и по его рекомендации костромской вуз стал представлять доц., к.т.н. А.А.Титунин, ставший в 1998 г. после смерти И.С. Межова заведующим кафедрой МТД. Традиции, сложившиеся в деятельности Регионального Координационного совета с момента его создания, были сохранены, и вскоре были защищены кандидатские работы уже аспирантов А.А. Титунина: Л.А. Тихомиров – в ЛТА им. С.М.Кирова и К.В. Зайцева – в МГУЛ. При этом, благодаря участию в проводимых РКСД мероприятиях, аспиранты имели прекрасную возможность предварительно представить свои работы одновременно на суд ученых разных вузов и получить авторитетные заключения и рекомендации по завершению кандидатских диссертаций.

С 2011 г. Костромской регион в РКСД по праву представляет зав. кафедрой МТД д.т.н, проф. С.А. Угрюмов. Он неоднократно участвовал в выездных сессиях РКСД в Москве, Санкт-Петербурге, Воронеже; в 2012 г. он является председателем организационного комитета по проведению международной конференции и выездной сессии РКСД в нашем вузе.

Как известно, традиционно РКСД проводит выездные ежегодные сессии на базе вузов лесотехнического профиля. Это способствует не только расширению творческих связей ученых разных вузов, но и позволяет познакомиться с материально-технической базой принимающей стороны и получить наиболее полное представление о проводимых научных исследованиях. В 2003 г. очередная сессия Регионального Координационного совета по современным проблемам древесиноведения была проведена на базе Костромского государственного технологического университета. В рамках сессии состоялся семинар на тему «Древесиноведческие аспекты проблемы переработки и использования низкокачественных лесоматериалов и отходов». Кафедра механической технологии древесины, как принимающая сторона, получила колоссальный опыт проведения мероприятий столь высокого уровня. В течение трех дней в работе сессии и семинара приняли участие члены РКСД, представители вузов, НИИ и других организаций Москвы, С-Петербурга, Брянска, Черноголовки. Наряду с преподавателями кафедр механической технологии древесины, лесоинженерного дела, учебно-делового центра, в работе семинара активное участие приняли представители «Внешлеса», департамента по лесопромышленному комплексу администрации Костромской области, Костромской лесной опытной станции, ОАО «Костромамембель». Общее количество участников составило 60 человек. Среди наиболее значимых следует отметить сообщения и доклады председателя РКСД, академика Международной академии наук о древесине, проф. Уголева Б.Н., ректора МГУЛ, председателя методического объединения по образованию в области лесного дела проф. В.Г.Санаева, А.К. Курицына (ООО «Лесэксперт»), проф. Е.Н.Покровской (МГСУ), Н.Н. Коноваловой (Институт физики твердого тела РАН), Г.А. Горбачевой (МГУЛ).

Положительным моментом выездной сессии РКСД в Костроме было и то, что с ведущими учеными в области древесиноведения могли пообщаться молодые аспиранты и студенты лесомеханического факультета. Можно с уверенностью утверждать, что интерес к проблемам древесиноведения после выступления проф. Уголева Б.Н. возрос многократно. Одно дело учиться по его учебнику, другое дело послушать лекцию такого выдающегося ученого, эрудированного, прекрасно ориентирующегося во многих сферах науки о древесине, да еще и в совершенстве владеющего английским языком. Книги

Б.Н. Уголева, его коллег и учеников Станко Я.Н., Горбачевой Г.А. являются основными учебниками для студентов, изучающих дисциплину древесиноведение.

Другим положительным аспектом членства в РКСД является то, что сотрудничество с другими вузами носит постоянный, а не периодический, от случая к случаю, характер. После завершения сессии в каком-либо вузе, новые деловые контакты не ослабевают, а поддерживаются на протяжении многих лет. Так именно благодаря вначале заочному знакомству у кафедры завязалось тесное сотрудничество с д.т.н. проф. Новосибирского архитектурно-строительного университета Хрулевым Валентином Михайловичем, который несколько раз приезжал в КГТУ для чтения лекций студентам спец. «Технология деревообработки» и проведения консультаций для аспирантов. С его непосредственным участием кафедра организовала несколько выездных занятий для слушателей курсов профпереподготовки Сокольского домостроительного комбината Вологодской области. После общения с проф. Хрулевым ст. преп. (сегодня – доц., к.т.н.) кафедры МТД Вахнина Т.Н. начала серию научных экспериментов по улучшению физико-механических свойств древесно-стружечных плит строительного назначения. Результатом этой работы стала защита кандидатской диссертации в Ивановском государственном архитектурно-строительном университете (ИГАСУ), где, кстати, В.М. Хрулев неоднократно выступал в качестве оппонента по многим кандидатским и докторским диссертациям. Проф. Хрулев В.М. оказал определенное влияние и на решение автора этой статьи вплотную заняться решением актуальной проблемы использования низкосортной и маломерной древесины для создания конкурентоспособных строительных материалов для домостроения. В докторской диссертации, также защищенной в ИГАСУ, использовано несколько совместных с В.М. Хрулевым работ. На кафедре МТД с особой теплотой и искренней благодарностью вспоминают этого новосибирского профессора, долгие годы активного члена РКСД.

Среди других членов РКСД, с которыми кафедра МТД сотрудничает наиболее активно и плодотворно, следует отметить профессора Московского государственного строительного университета д.т.н. Е.Н. Покровскую. Елена Николаевна не только участвовала в первой сессии РКСД в КГТУ в 2003 г., но и приезжала в Кострому на научно-практическую конференцию в 2010 г., была оппонентом по кандидатской диссертации Т.Н. Вахниной (ИГАСУ, г. Иваново, 2010 г.) и по докторской диссертации А.А. Титунина (ИГАСУ, г. Иваново, 2012 г.). Благодаря знакомству с Е.Н.Покровской в библиотеке КГТУ теперь есть книги по защите памятников деревянного зодчества.

В части сотрудничества по научным и учебно-методическим вопросам интересен опыт общения с д.т.н., проф. Л.М. Ковальчуком (ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко). Леонид Михайлович также неоднократно оказывал консультационную помощь в подготовке диссертаций Т.Н.Вахниной и А.А.Титунину. Его книга «Производство деревянных клееных конструкций» пользуется популярностью у студентов специальности Технология деревообработки.

Положительный опыт сотрудничества в научном и учебно-методическом плане кафедра МТД имеет с Воронежской лесотехнической академией. С момента знакомства с зав. кафедрой древесиноведения д.т.н. А.Д. Платоновым, к.т.н. И.Н. Вариводиной, д.т.н., зав.кафедрой технологии деревообработки Е.М. Разиньковым сложились добрые деловые и дружеские отношения. В период с 2004 г. по сегодняшний день неоднократно организовывались совместные практики для студентов КГТУ и ВГЛТА, кафедра МТД участвовала в выездной сессии РКСД в ВГЛТА в 2010 г., а в 2012 г. наш вуз выступил в качестве ведущей организации по кандидатской диссертации Ю.С. Михайловой, аспирантки ВГЛТА, ученицы А.Д.Платонова.

Преподаватели кафедры МТД занесены в Реестр экспертов по древесине и успешно сотрудничают с предприятиями г. Костромы и Костромской области. Так в 2001 г. был организован учебный семинар для работников Костромской таможни, на протяжении двух лет проводятся испытания пиломатериалов для производства клееного бруса в ООО Прорев, оказываются услуги по экспертизе мебельных изделий, сушке пиломатериалов и другим вопросам, связанным с технологией производства продукции, контроля качества и приемки сырья и готовых изделий. Преподаватели кафедры Ю.П. Данилов, С.Б.Зварыгина, С.А.Угрюмов, А.А.Титунин по заявкам Костромской торгово-промышленной палаты, таможни, следственных органов и других организаций неоднократно участвовали в проведении экспертизы как в Костроме и области, так и в других регионах, в частности в Вологодской, Ивановской и Ярославской областях. В 2011 г. С.А. Угрюмов и А.А. Титунин, принимали участие в экспертизе проекта СНиП 3.03.01-87 с целью отклонения внесенных разработчиками предложений, ограничивающих использование фанеры и фанерной продукции в производстве строительных несущих и ограждающих конструкций.

Регулярные встречи с членами РКСД способствуют совершенствованию учебно-методической работы не только по древесиноведению, но и по другим дисциплинам, закрепленным за кафедрой МТД. Современные достижения науки и практики находят отражение в лекционных курсах по таким дисциплинам как гидротермическая обработка древесины, технология лесопильно-деревообрабатывающих производств, физика древесины и полимеров и др.

Участие в ежегодных сессиях РКСД вносит, таким образом, весомый вклад как в подготовку научно-педагогических кадров для кафедры МТД, совершенствование научной и учебно-методической работы, так и решение вопросов повышения квалификации всего преподавательского состава.

К 50-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСИНЫ КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Подготовка инженеров-технологов по деревообработке и лесоинженерному делу в Костромском технологическом институте (ныне Костромском государственном технологическом университете) была открыта в 1959 г. в связи с ходатайством областных организаций и бывшего Костромского совнархоза для обеспечения предприятий г. Костромы, Костромской и смежных с ней областей специалистами деревообрабатывающей и лесозаготовительной промышленности.

До 1964 г. эти специальности входили в состав технологического факультета вместе с другими специальностями. Подготовку инженеров-механиков для деревообрабатывающих предприятий осуществлял по заказам производств механический факультет.

1 марта 1962 г. была организована кафедра механической технологии древесины (МТД). Юридически она объединяла подготовку студентов по специальностям деревообработки и лесоинженерного дела.

30 января 1964 г. по приказу Министерства образования был организован самостоятельный лесомеханический факультет. Его возглавил Степан Никитич Сажин, один из крупных руководителей лесной отрасли. Произошло разделение студентов: по деревообработке выпускающей стала кафедра МТД, по лесоинженерному делу – кафедра ЛИД.

Первым заведующим кафедры МТД стал доцент Алендорф Владимир Оскарович. В состав кафедры были привлечены наиболее квалифицированные инженерно-технические работники Костромских деревообрабатывающих предприятий. В 1967-68 уч. г. на кафедре успешно преподавали доценты Скосырский Андрей Титович, Кемов Александр Сергеевич, ст. преподаватель Леонтьев Валерий Алексеевич, ассистенты Гусев Алексей Евгеньевич, Сизова Екатерина Михайловна, Яковенко Тамара Николаевна. Одновременно с учебной деятельностью предусматривалось развитие научной карьеры: ст. преподаватель Леонтьев В.А. поступил в заочную аспирантуру при Московском научно-исследовательском институте деревообрабатывающего оборудования; ассистенты сдавали экзамены для поступления в аспирантуру; зав. лабораторией Дербаков Валентин Александрович и учебный мастер Лысанов Юрий Александрович были студентами вечернего факультета института.

Научно-исследовательскую работу возглавлял доцент Алендорф В.О. Основным направлением деятельности кафедры МТД было совершенствование технологии фанерного производства.

В 1968-70 уч.г. кафедру МТД возглавил доцент Ананьин Петр Иванович. Это был скрупулезный, чрезвычайно внимательный ко всем аспектам учебной и научной деятельности заведующий. По его инициативе на кафедре развернулась работа по формированию кадрового состава. Из Кировского научно-исследовательского института лесной промышленности пришел к.т.н., доцент Карпунин Федор Николаевич. После аспирантуры Московского лесотехнического института – преподаватели Караськов Георгий Иванович, Зварыгина Светлана Борисовна, из Уральского лесотехнического института – Холмеев Василий Павлович. Были приглашены на кафедру лучшие выпускники вечернего факультета – Метельков Владимир Иванович, Еремина Людмила Константиновна. В 1979 г. для работы на кафедре в качестве ассистента был принят выпускник этого года Данилов Юрий Петрович.

На кафедре заметно активизировалась научная деятельность: был введен факультативный курс для студентов «Основы научных исследований», в дипломных работах стали появляться исследовательские разделы. Под руководством доцента Ананьина П.И. кафедра успешно занималась научной работой по сушке и гидротермической обработке древесины, модернизации деревообрабатывающих станков, улучшению качества древесных материалов.

После отъезда из г. Костромы доцента Ананьина П.И. кафедрой руководили доценты Карпунин Федор Николаевич, Караськов Георгий Иванович, Веретенник Дмитрий Григорьевич, Зорин Николай Константинович.

К 1983 г. в Костромском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте было подготовлено более 1200 инженеров по специальности «Технология деревообработки». На кафедре МТД сложились хорошие традиции по обучению студентов и привлечению их к научно-исследовательской работе.

В 1987 г. кафедрой стал заведовать доцент Межов Иван Семенович – специалист высокого уровня, эрудированный, с огромным творческим потенциалом. Его трудолюбие было поразительным, под рукой у него всегда были бумага и карандаш, он делал эскизы, формулировал четкие идеи, с ходу понимал суть проблем. Благодаря его целеустремленности была проведена большая работа по методическому закреплению групп преподавателей по учебным дисциплинам. С целью овладения практически навыками изготовления изделий из древесины и работы на станках для студентов первого и второго курсов были введены учебные практики. Студенты старших курсов проходили лабораторно-практические занятия на базе деревообрабатывающих предприятий г. Костромы. С 1990 г. стали проводить квалификационные экзамены студентов по специальности.

Под руководством И.С. Межова значительно обновилась материально-техническая база кафедры, заметно возрос объем хозяйственных работ. Было определено основное научное направление перспективного развития кафедры, как комплексное использование древесины на основе совершенствования технологических процессов и оборудования. И.С. Межов защитил в 1994 г. докторскую диссертацию, организовал работу аспирантуры на кафедре. Под его руководством защитили кандидатские диссертации доценты Угрюмов С.А. и Еремина Л.К.

В 1998 г. кафедру возглавил к.т.н., доцент Титунин Андрей Александрович. Более тесным стало сотрудничество с другими кафедрами университета, а также с профильными кафедрами лесных вузов России. С учетом современных потребностей в кадрах для мебельных предприятий была начата подготовка студентов по специализации «Дизайн и проектирование изделий из древесины». В 2005 г. была открыта подготовка инженеров для деревообрабатывающих предприятий по заочной форме обучения.

В этот период значительно возрос интерес студентов к научно-исследовательской работе, ими были завоеваны высокие награды на областных, Всероссийских и международных конкурсах, выставках, конференциях.

В период с 2005 по 2007 гг. кафедрой руководил к.т.н., доцент Данилов Юрий Петрович, с 2008 по 2009 г. – к.т.н., профессор Титунин Андрей Александрович, в 2009-2010 уч. г. – к.т.н., доцент Тихомиров Леонид Алексеевич.

С 2010 г. кафедрой заведует доктор технических наук, профессор Угрюмов Сергей Алексеевич. В настоящее время кафедра осуществляет подготовку кадров для деревообрабатывающей отрасли по 25 дисциплинам, основные из которых: «Проектирование деревообрабатывающих предприятий», «Оборудование отрасли», «Технология и применение полимеров в деревообработке», «Технология клееных материалов и древесных плит», «Научные исследования в деревообработке», «Гидротермическая обработка и консервирование древесины», «Технология композиционных древесных материалов», «Технология и проектирование изделий из древесины», «Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий изделий из древесины», «Специальные виды обработки древесины» и др.

Научное направление кафедры – совершенствование техники и технологий деревообрабатывающих производств, в рамках которого проводятся работы по синтезу и модификации клеев для производства клееных древесных материалов, осуществляются разработки новых видов древесных материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками, разработки оборудования и технологий фанерного, плитного, лесопильного, мебельного производств.

За 50 лет работы кафедрой подготовлено более 2600 квалифицированных специалистов, успешно работающих на деревообрабатывающих предприятиях России. Кафедра механической технологии древесины активно занимается учебно-методической и научно-исследовательской деятельностью, успешно справляется со стоящими перед ней задачами подготовки высококвалифицированных кадров для деревообрабатывающей отрасли.

Д.т.н. профессор С.А. Угрюмов



СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 630.228.811.2

СУЧКОВАТОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ СТВОЛОВ В НАСАЖДЕНИЯХ РАЗЛИЧНОГО ПОРОДНОГО СОСТАВА

Ю.М. Авдеев

канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина, г. Вологда, РФ.

avdeevyur@yandex.ru

С.А. Корчагов

доктор с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина, г. Вологда, РФ.

kors45@yandex.ru

Ю.Р. Осипов

доктор техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО ВГТУ, г. Вологда, РФ.

avdeevyur@yandex.ru

Р.С. Хамитов

канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина, г. Вологда, РФ.

renatkhamitov@yandex.ru

В статье рассматривается сучковатость древесных стволов в древостоях различного состава

Сучковатость во многом определяется освещённостью отдельных деревьев в древостое. Изменчивость показателя освещённости, наряду с другими факторами, может быть обусловлена наличием в древостое сопутствующих древесных пород, участие которых в значительной степени стимулирует отмирание и опадение сучьев.

Роль примеси различных древесных пород в формирование сучковатости исследована в культурах (табл. 1), созданных посадкой саженцев сосны в кисличном типе лесорастительных условий (южная подзона тайги Вологодской области). Материалы исследований: 12 пробных площадей и 192 срубленных модельных деревьев, 21302 открытых сучков.

Относительная протяжённость бессучковой зоны (табл. 2) изменяется в пределах 3,5–5,3%. Наибольший показатель её отмечен в древостое 5С5Е. Достоверность различий доказана между всеми вариантами, кроме 8С2Б и 8С2Е+Б ($t_{\text{факт}} = 0,5$; $t_{0,05} = 2,0$). Вариация признака увеличивается с возрастанием доли примеси естественного возобновления от 20 до 46%.

Опубликованные нами ранее результаты исследований (Авдеев, Клюквина, Корчагов, Хамитов, 2008), сучковатости сосны в лесных культурах южной подзоны тайги подтверждают сказанное выше.

Таблица 1

Средние таксационные показатели исследованных культур сосны

Состав	Густота шт./га		Сохранность, %	Средние		А, лет	Бонитет	Полнота		М, м ³ /га
	первоначальная	в настоящее время		Д, см	Н, м			Р _{абс} м ² /га	Р _{отн}	
10С	4500	962	21,4	23,1	24,5	64	I	0,67	17,53	328,0
8С	4000	805	20,1	23,2	22,6	62	I	0,62	17,08	260,0
2Б				16,8	19,0			0,19	2,69	59,0
Итого								0,81	19,77	319,0
8С	4200	833	21,0	22,4	23,2	60	I	0,58	17,32	238,0
2Е				12,0	13,7			0,21	2,82	60,0
+Б				18,3	20,8			0,04	0,91	7,0
Итого								0,83	21,05	305,0
5С	4000	430	11,0	23,6	22,8	63	I	0,64	17,35	220,0
5Е				17,3	20,5			0,60	16,29	169,0
Итого								1,24	33,64	389,0

Независимо от состава древостоя протяжённость бессучковой зоны ствола слабо взаимосвязана с высотой и таксационным диаметром ствола дерева ($r = 0,120-0,254$). Значительную часть высоты ствола занимает зона с сухими сучьями (61,2–68,4 %). Этот показатель имеет среднюю вариацию, возрастающую с 12 до 25% с увеличением примеси естественного возобновления. Достоверность различий между выборочными средними доказана ($t_{\text{факт}} = 2,1$; $t_{0,05} = 2,0$), кроме 8С2Б и 8С2Е+Б ($t_{\text{факт}} = 0,5$; $t_{0,05} = 2,0$). Связь зоны с сухими сучьями и диаметром ствола и его высотой умеренная по тесноте ($r = 0,351-0,367$), имеет прямо-пропорциональную направленность.

В исследуемых древостоях протяжённость живой кроны составляет 26,3–35,3%, однако достоверность различий не выявлена ($t_{\text{факт}} \leq 1,4$; $t_{0,05} = 2,0$), наибольшее её значение наблюдается при составе древостоя 8С2Е и 8С2Б+Е. Вариация этого показателя большая ($C = 36\text{--}40\%$), что согласуется с данными В.И. Мелехова, Н.А. Бабича, С.А. Корчагова (2003), полученными для культур сосны Архангельской области.

Во всех вариантах отмечена тесная взаимосвязь с диаметром ствола и его высотой ($r = 0,548\text{--}0,602$), аппроксимируемая уравнением прямой.

Таблица 2

Параметры сучковатости стволов сосны в древостоях различного состава

Состав древостоя	Протяжённость зон ствола, м/%			Количество сучков на 1 п.м., шт.	Диаметр у основания сучков, см		Площадь поверхности ствола, занятая сучками, м ² /п.м.
	без сучков	с сухими сучками	живая крона		средний	максимальный	
10С	$1,0 \pm 0,06$ 4,1	$16,8 \pm 0,5$ 68,3	$6,1 \pm 0,5$ 27,6	Нет данных			
8С2Б	$0,83 \pm 0,04$ 3,7	$14,2 \pm 0,6$ 63,1	$6,9 \pm 0,6$ 33,2	9,4±0,04	1,7±0,01	4,0	21,3±0,1
8С2Е+Б	$0,80 \pm 0,04$ 3,5	$14,2 \pm 0,5$ 61,2	$6,9 \pm 0,5$ 35,3	8,9±0,04	1,7±0,01	5,4	20,2±0,1
5С5Е	$1,2 \pm 0,06$ 5,3	$17,5 \pm 0,4$ 68,4	$6,0 \pm 0,4$ 26,3	7,3±0,04	1,8±0,01	3,8	18,6±0,1

Количество сучков на 1 п.м. ствола изменяется в зависимости от состава древостоя. В рассмотренных вариантах их количество составляет в среднем 7–9 шт./1 п.м. ствола, причем этот показатель уменьшается с увеличением примеси естественного возобновления ($t_{\text{факт}} \geq 8,3$; $t_{0,01} = 2,7$). Число сучков в древостое состава 5С5Е имеет значительную по тесноте связь с высотой ствола ($r = -0,623$) и умеренную связь с таксационным диаметром ствола ($r = -0,423$). В других вариантах состава число сучков слабо умеренно коррелирует с высотой и диаметром ствола на 1,3 м ($r = -0,311\text{--}0,452$). Во всех случаях связь обратно-пропорциональная, более чётко наблюдаемая в сосняках с меньшей долей естественного возобновления. В зависимости от варианта показатель среднего диаметра у основания сучков подвержен средней изменчивости ($C = 16\text{--}22\%$). Наибольшее значение среднего диаметра у основания сучков (1,8 см) наблюдается в древостое с наименьшей долей культивируемой породы в составе (5С5Е), что подтверждено статистически ($t_{\text{факт}} \geq 3,4$ при $t_{0,05} = 2,0$). Выявлено, что в исследуемых древостоях диаметр у основания сучка находится в высокой связи с таксационным диаметром ствола дерева (табл. 3).

С увеличением толщины дерева на высоте 1,3 м закономерно возрастает диаметр у основания сучка. У самых крупных по таксационному диаметру деревьев наблюдаются самые толстые сучки. Между средним диаметром сучков и высотой ствола выявлена значительная прямо-пропорциональная взаимосвязь во всех вариантах ($r = 0,522\text{--}0,620$). Наиболее тесная связь отмечена в чистых сосняках.

Таблица 3

Аналитические модели

Состав древостоя	Коэффициент корреляции	Вид уравнения	Ошибка уравнения
8С2Б	0,870±0,1	$y = 0,453x + 0,078x^2$	0,2
8С2Е+Б	0,845±0,1	$y = 0,446x + 0,087x^2$	0,2
5С5Е	0,750±0,1	$y = 0,688x + 0,071x^2$	0,2

Максимальный диаметр сучков достигает 3,8–5,4 см и изменяется в зависимости от состава древостоя. Наибольший его показатель характерен для древостоя составом 8С2Е+Б. Регрессионный анализ позволил выявить значительную связь этого показателя с таксационным диаметром ствола во всех рассматриваемых вариантах ($r = 0,509\text{--}0,653$) и умеренную связь с высотой ствола ($r = 0,304\text{--}0,470$). Более чётко связь с диаметром и высотой ствола прослеживается в древостоях состава 10С. С учетом допусков по максимальным значениям диаметров сучков для лесоматериалов различной крупности (по ГОСТ 9463-88) в рассмотренных культурах сосны не зависимо от их состава на данном этапе возможно получение сортиментов I и II сорта. Полученные результаты свидетельствуют о формировании больших диаметров сучков при меньшем их количестве при составе древостоя 5С5Е. В связи с тем определена площадь, занятая сучками на единице длины ствола, как наиболее информативный показатель. Этот параметр возрастает с уменьшением примеси естественного возобновления с 18,6–21,3 см² ($C = 11\text{--}18\%$), ($t_{\text{факт}} \geq 7,9$; $t_{0,01} = 2,7$).

Подводя итог выше сказанному необходимо отметить, что в древостоях с составом 5С5Е возможно получение древесных стволов сосны с большей протяжённостью бессучковой зоны и наименьшей площадью, занятой сучками на 1 п.м. ствола. Выращивание смешанных насаждений позволит уменьшить сучковатость стволов сосны и тем самым улучшить их качество.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние состава насаждений на сучковатость сосны в культурах / Ю.М. Авдеев, Н.А. Клюквина, С.А. Корчагов, Р.С. Хамитов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству. Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2008. – С. 21–24.
2. ГОСТ 9463–88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 13 с.
3. Мелехов В.И. Качество древесины сосны в культурах / В.И. Мелехов, Н.А. Бабич, С.А. Корчагов. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. – 110 с.

УДК 630.811:674.031.11

СТРУКТУРА ДРЕВЕСИНЫ МОРЕНОГО ДУБА

П.А. Аксенов,

канд. с.-х. наук, заведующий лабораторией, ФГБОУ ВПО МГУЛ, Мытищи, РФ.
axenov.pa@mail.ru

К.С. Погуляй,

магистр ФЛХ ФГБОУ ВПО МГУЛ, Мытищи, РФ.
valentina_sidulina@mail.ru

Изучено строение древесины морёного дуба с использованием методов световой микроскопии. Выявлен ряд структурных признаков, присущих топляковой древесине дуба. Сделаны выводы о причинах и механизмах формирования специфических особенностей топляковой древесины дуба в условиях пресного водоёма.

Изучение микро- и наноструктуры древесины мореного дуба – важный этап в осмысление процессов, происходящих в древесине при ее длительном контакте с водной средой. Знание механизмов естественного образования древесины мореного дуба необходимо для научного обоснования и дальнейших разработок искусственных ускоренных методов получения декоративной мореной древесины. Изучением микроструктуры нативной древесины различных видов рода *Quercus* L. занимались многие авторы [1, 2, 3, 4, 5 и многие другие]. Микроструктура древесины мореного дуба в литературных источниках освещена крайне слабо.

Работа проводилась с высушенными до нормализованной влажности $W = 12\%$ образцами древесины мореного дуба из Воронежской области возрастом не менее 1000 лет (возраст определён методом радиоуглеродного анализа).

Радиальный прирост исследуемой древесины колеблется в пределах 1,3–2,7 мм. Средний радиальный прирост составляет $2,4 \pm 0,1$ мм. Представленная древесина имеет темно-бурый (почти черный) цвет. Радиальные трещины узкие (0,1–0,3 мм), встречаются редко (0,5–1 на 1 см в тангенциальном направлении). Измерение усушки проводилось по стандартной методике. Радиальная усушка составила $5,39 \pm 0,03 \%$, тангенциальная – $10,92 \pm 0,04 \%$.

Для стереомикроскопических исследований (получение фотографий поверхностей с увеличением не более 100^{\times}) торцевую, тангентальную и радиальную поверхность образцов шлифовали с помощью ленточной шлифовальной машины со средней зернистостью наждачного полотна. Затем поверхность зачищали с помощью острого ножа и, на последней стадии, с помощью санного микротомы МС-2 (с минимальным углом отклонения ножа). Микроскопирование проводили на стереоскопическом микроскопе МБС-10 в светопольном режиме и режиме косого света. Структуры фотографировали с помощью цифровой камеры.

Для микроскопических исследований из образцов вырезали кубики со стороной 6–8 мм. Для удаления воздуха образцы проваривали в водной среде. Размягчение древесины осуществлялось в смеси глицерина и этанола (2:1) в течение недели при температуре 45 ± 2 °С. Срезы, толщиной 10–60 мкм, получали на салазочном микротоме МС-2. Часть срезов окрашивали 0,5 %-ным водным генцианвиолетом и тионином (по Стоутсону). Временные глицериновые и водно-глицериновые микропрепараты изготавливали по общепринятой методике. Микроскопирование проводили на исследовательском микроскопе Jenoval (Carl Zeiss), снабженным окуляр-микрометром.

В процессе сравнительно-анатомического исследования выявлен ряд микроструктурных отличий анализируемой топляковой древесины от нативной широколиственной ядровой древесины дуба черешчатого.

Радиальные трещины и S1–S2 расслоения стенок волокнистых элементов, практически, отсутствуют. Изменения размеров и формы просветов трахеальных анатомических элементов встречаются редко.

Клеточные стенки всех анатомических элементов древесины имеют желто-бурю окраску, не отмываемую растворителями различной полярности (вода, этанол, ксилол) (рис. 1, 2). Интенсивность окраски стенок варьирует незначительно, слабо зависит от типа анатомического элемента. Нами замечено, что при увеличении продолжительности естественного морения древесины дуба, цвет клеточных стенок и аморфных отложений в паренхимных клетках усиливается от темно-желтого до почти чёрного.



Рис. 1. Радиальный срез в зоне ранней древесины. По центру – ранние сосуды окруженные волокнистыми трахеидами. Сверху и снизу располагаются лучи. Окраска клеточных стенок – желто-бурая. Объектив: С-Plan 12,5/0,3, ∞/0,17. Неокрашенный препарат

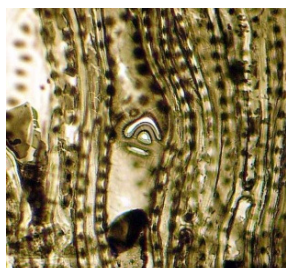


Рис. 2. Тангентальный срез в зоне поздней древесины. Видны контрастированные тёмные полости всех пор. Объектив: С-Plan 40/0,65, ∞/0,17. Неокрашенный препарат

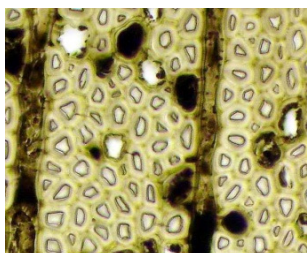


Рис. 3. Поперечный срез поздней зоны кольца. Внутренние поверхности клеточных стенок полостей волокон выстланы темно окрашенным слоем. Объектив: С-Plan 40/0,65, ∞/0,17. Неокрашенный препарат

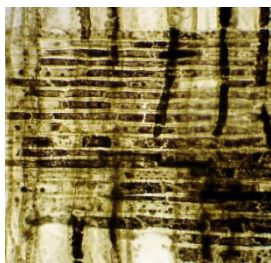


Рис. 4. Радиальный срез в зоне ранней древесины. В протопластах паренхимы наблюдаются отложения аморфных веществ. Объектив: С-Plan 12,5/0,3, ∞/0,17. Неокрашенный препарат

Внутренние полости, практически, всех пор контрастированы более темными оттенками основного цвета, вследствие присутствия темно окрашенных деградированных внутренних слоев клеточной стенки и наличием в полости поры аморфных осадков (рис. 2, 5). Диаметры просветов пор увеличены, в особенности у паренхимных элементов. Внутренние поверхности клеточных стенок полостей большинства анатомических элементов древесины выстланы темно окрашенным слоем толщиной 0,25–5 мкм. При этом толщина стенок уменьшается с увеличением мощности выстилающего слоя. Данный слой, вероятнее всего, является продуктом деградации внутренних слоев клеточных стенок, что подтверждается наличием в слое деструктурированных пор или их элементов, присущих не разрушенной части клеточной стенки. Кроме этого в слое могут находиться продукты осаждения дубильных и прочих экстрактивных веществ, как результат медленно протекающего процесса взаимодействия древесного вещества с компонентами пресных вод. Несомненно, определенный вклад в деструкцию топяковой древесины и образование продуктов деградации древесного вещества вносит микрофлора, нередко фиксируемая в полостях клеток. Бактерии и грибы, последствия деятельности которых особенно хорошо просматриваются в полостях паренхимных клеток, в процессе своей жизнедеятельности и после отмирания способны оставлять в полостях клеток древесины различные аморфные скопления органических веществ вторичного биогенного происхождения (например – производные хитина). Разнообразные темно окрашенные отложения аморфных веществ совместно с продуктами деградации внутренних слоев клеточной стенки наблюдаются в полостях почти всех паренхимных клеток (лучей и аксиальной паренхимы). Толстые слои – продукты деградации клеточных стенок, растрескиваясь, отделяются от не разрушенной части стенки, в дальнейшем, смешиваясь с прочими осадками, закупоривают просвет трахеального элемента. Это явление фиксируется в полостях трахеид и члеников поздних сосудов (рис. 5).

Радиальный диаметр просветов ранних сосудов (285 ± 60 мкм) превышает тангенциальный (191 ± 45 мкм) на 49 ± 6 %. Тилы в члениках ранних сосудов встречаются в виде мелких фрагментов. Это связано со значительными разрушениями их недревесневших клеточных стенок. Вероятно, органическое содержимое тил (включая дубильные вещества) при высвобождении вступает в ряд физико-химических преобразований в значительной степени сказывающихся на процесс «морения» древесины дуба. Просветы поздних сосудов на поперечном срезе образуют «язычки», расширяющиеся к границе годичного кольца. Форма и поперечные размеры просветов члеников сосудов поздней древесины, практически, неизменны. Наиболее близки к нативному состоянию волокна либриформа. Их клеточные стенки, визуальнo, наиболее устойчивы к деструктирующим факторам. Полости либриформа выстланы очень тонким коричневым слоем, толщиной менее 0,5 мкм (рис. 3). Высокая степень деструкции клеточной стенки встречается у аксиальной паренхимы и трахеид. Полости клеток лучевой и тяжелой паренхимы насыщены бесформенными структурами и каплевидными образованиями, имеющими различную интенсивность окраски. Часто полость паренхимной клетки, включая полости окружающих пор, полностью заполнены аморфным веществом (рис. 4, 6). Паренхимные клетки, в особенности лучевые, нередко содержат крупные призматические кристаллы оксалата кальция (размером до 15 мкм), которые являются продуктом жизнедеятельности дуба. Прозрачные кристаллы контрастно и полихромно отличаются от просветов клеток при использовании метода поляризационного микроскопирования (рис. 6).

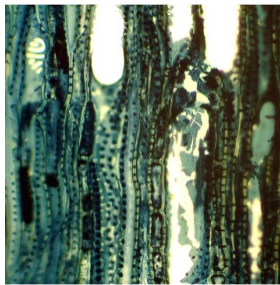


Рис. 5. Радиальный срез в зоне ранней древесины. Наблюдается растрескивание внутреннего выстилающего слоя в широкопросветном членике сосуда.
Объектив: С-Plan 25/0,45, ∞/0,17.
Окраска: водный тионин

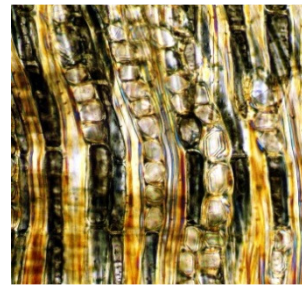


Рис. 6. Радиальный срез в зоне поздней древесины. Видны группы призматических кристаллов оксалата кальция в клетках аксиальной паренхимы.
Объектив: С-Plan 25/0,45, ∞/0,17.
Поляризационный режим

Таким образом, деформации клеточных стенок трахеальных анатомических элементов обнаруживаются редко. Межклеточные «щели» и микротрещины отсутствуют. Средняя пластинка (как наиболее лигнифицированный элемент древесины) не разрывна, прочно связывает смежные клеточные стенки. Полости всех паренхимных клеток содержат аморфные осадки различной структуры. Внутренняя поверхность полостей большинства клеток покрыта хрупким темно окрашенным слоем, вероятно, являющимся производным следующих основных процессов, протекающих в естественной среде топяковой древесины: локальной деструкции клеточной стенки (со стороны, контактирующей со свободной водой), химического осаждения экстрактивных веществ (преимущественно флобафены), действия микрофлоры на древесину.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вихров В.Е. Строение и физико-механические свойства ранней и поздней древесины дуба / В.Е. Вихров // Труды института леса АН СССР. Т. 9. – 1953. – С. 29–37.
2. Туманян С.А. Сравнительно-анатомическое исследование древесины представителей рода *Quercus* L. / С.А. Туманян // Труды института леса АН СССР. Т. 9. – 1953. – С. 39–69.
3. Яценко-Хмелевский А.А. Анатомическое строение древесины основных лесобразующих пород СССР. Дуб – *Quercus* L. / А.А. Яценко-Хмелевский, К.И. Кобак. – Л.: Наука, 1978. – С. 15–31.
4. Атлас древесины и волокон для бумаги / под ред. Е.С. Чавчавадзе. – М.: Ключ, 1992. – 336 с.
5. Аксенов П.А. Сравнительно-анатомическое исследование древесины дуба, применяемой в виноделии / П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 3. – С. 5–15.

УДК 630.811.2:674.032.16

ОСОБЕННОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ СУЧКОВ В СТВОЛАХ СОСНЫ

Н.В. Буйских,

ассистент кафедры технологии деревообработки НУБиПУ, г. Киев, Украина.
nataby@meta.ua

В работе рассмотрены закономерности расположения сучков в стволах сосны возраста спелости и средневозрастных насаждений. Определены диаметры, частота встречаемости и расстояние между мутовками.

Сучки являются одним из самых распространенных пороков древесины, который влияет на ее сортность. Их количество, размер и расположение на стволе дерева зависят от породы и условий произрастания. Только небольшая часть ствола в междоузлиях свободна от сучков.

Были исследованы закономерности расположения сучков в стволах сосны обыкновенной возраста спелости 80–110 лет и средневозрастных – 40–45 лет, предел колебания диаметров стволов – от 10 до 32 см.

У сосны сучки располагаются в одном сечении ствола образуя мутовки, включающие от 2 до 7-8 сучков. Размер сучков варьирует от их расположения по высоте ствола. В нижней части ствола сучки, как правило, небольшого диаметра с незначительным колебанием размеров. Они заросшие и здоровые. В верхней части кроны сучки значительно варьируют по размерам. Бывают сучки сросшиеся и частично сросшиеся. Поэтому ствол можно разделить на три зоны – нижнюю, с небольшими сросшимися здоровыми сучками, среднюю, область мертвой кроны и верхнюю – область живой кроны.

Исследования расположения сучков проводились на пиломатериалах с учетом расположения их в стволе.

У деревьев в возрасте спелости в нижней части ствола было отмечено большое количество сучков сросшихся с древесиной, диаметр колебался от 24 до 28 мм. Длина зоны с заросшими сучками с возрастом увеличивается. В зоне мертвой кроны, которая занимает от 0,3 до 0,7 высоты ствола, встречаются заросшие сучки и сучки, вышедшие на боковую поверхность. Диаметр сучков начинает увеличиваться, и они располагаются ближе к боковой поверхности. Заканчивается эта зона вышедшими на боковую поверхность сучками. Диапазон колебания размеров составил от 15–20мм в начале зоны и в конце зоны встречались сучки размером до 190мм.

Третья зона, которая расположена в области живой кроны, характеризуется размещением здоровых сучков сросшихся с древесиной. Размер сучков имеет тенденцию к уменьшению по высоте кроны (табл. 1).

Таблица 1

Диаметр сучков на разной высоте ствола сосны (возраст спелости)

Длина ствола, в долях	Средние значения диаметров сучков с отклонениями $\bar{X} \pm x$, мм	Среднее квадратическое отклонение σ , мм	Коэффициент вариации V, %	Показатель точности P, %	Достоверность разницы
Область мертвой кроны					
0,3-0,4	27,9±0,546	11,27	40,39	3,9	
0,4-0,5	33,6±0,542	15,28	47,02	3,2	7,4 > 3
0,5-0,6	37,4±0,670	21,27	56,93	3,6	4,4 > 3
0,6-0,7	45,8±0,819	28,09	61,28	3,6	7,9 > 3
среднее	38,4				
Область живой кроны					
0,7-0,8	46,2±0,784	28,40	61,43	3,4	
0,8-0,9	42,0±0,650	24,51	58,43	3,1	4,1 > 3
0,9-1,0	35,8±0,485	18,01	50,36	2,8	2,6 < 3
среднее	21,6				

Теоретическое распределение всех сучков по размерам определено по критерию Пирсона, которое составило $\chi = 10,081$, что свидетельствует о том, что размеры сучков в стволах сосны в возрасте спелости не подчиняются закону нормального распределения, им соответствует третий тип кривой распределения Пирсона ($\chi > 4$) (рис. 1).

Исследования размеров сучков у средневозрастных насаждений сосны проводились в насаждениях с идентичными полнотой и условиями местопроизрастания. Было установлено, что их средний диаметр оказался меньшим на 48%, при этом коэффициент изменчивости снизился (табл. 2).

Таблица 2

Диаметр сучков на разной высоте ствола сосны (средневозрастные насаждения)

$\bar{X} \pm x$	σ	V, %	P, %
20,4±0,238	8,50	41,66	2,3

После проведенных расчетов критерий составил $\chi = 0,876$ чему соответствует первый тип кривой распределения Пирсона (рис. 2).

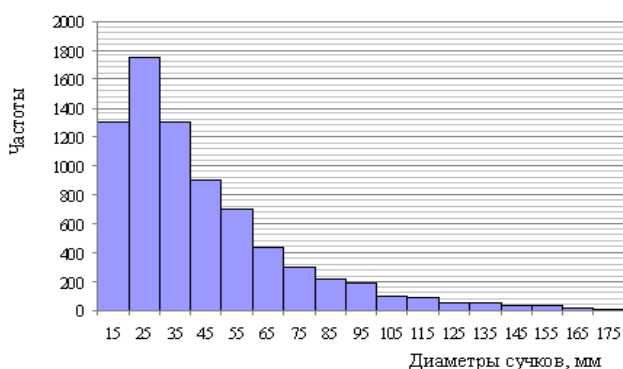


Рис. 1. Гистограмма распределения сучков по размерам в стволах сосны в возрасте спелости

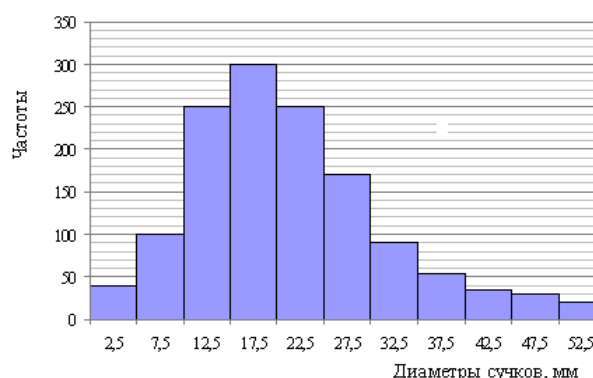


Рис. 2. Гистограмма распределения сучков по размерам в средневозрастных стволах сосны

Также для определения качества древесины важным показателем является частота встречаемости сучков и расстояние между ними. Проведенные исследования показали, что наблюдается тенденция к уменьшению промежутка между мутовками от комля к вершине (табл. 3).

Расстояние между мутовками в стволах сосны возраста спелости

Длина ствола, в долях	$\bar{X} \pm x$	σ	V, %	P, %	Достоверность разницы
Область мертвой кроны					
0,3–0,4	51,2±1,011	16,31	31,84	3,9	
0,4–0,5	47,0±0,697	15,04	31,97	3,0	3,4 > 3
0,5–0,6	41,6±0,589	13,77	33,11	2,8	5,9 > 3
0,6–0,7	39,1±0,553	13,42	34,30	2,8	3,1 > 3
среднее	43,5				
Область живой кроны					
0,7–0,8	35,4±0,525	12,77	36,10	3,4	
0,8–0,9	31,6±0,429	11,17	58,43	3,1	4,1 > 3
0,9–1,0	27,1±0,408	11,14	50,36	2,8	2,6 < 3
среднее	31,5				

Видно, что среднее расстояние между мутовками в области живой кроны сократилось на 26,7%.

Проведенные исследования выявили некоторые закономерности распределения сучков, в стволах сосны возраста спелости и средневозрастных. Было установлено, что с высотой ствола диаметр сучков увеличивается, а затем, в области живой кроны имеет тенденцию к уменьшению. Среднее расстояние между мутовками по высоте ствола сокращается. Наибольшее количество сучков расположено в области живой кроны. Кривая распределения дает возможность определить размеры сучков и частоту их встречаемости, что имеет значение при оценке хлыстов по основному виду пороков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пижурин А.А. Основы научных исследований в деревообработке: учебное пособие / А.А. Пижурин. – М.: МГУЛ, 2004. – 167 с.

УДК 620.179.15:624.011.1:620.193.8

ИНФРАКРАСНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СО СКРЫТЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ

А.Ю. Варфоломеев,

канд. техн. наук, ООО «Научно-исследовательская лаборатория строительной экспертизы Баренц-региона», г. Архангельск, РФ
varfolomeev_a@bk.ru

Разработан и апробирован метод быстрого определения участков скрытой биологической деструкции наружных деревянных конструкций в отопляемых зданиях, основанный на сканировании инфракрасного излучения.

Одной из основных причин ограниченного применения древесины в строительстве является ее биологическая деструкция в процессе эксплуатации. Часто длительно эксплуатируемые деревянные конструкции не имеют видимых биологических повреждений, особенно при наличии поверхностной обработки бесцветными средствами химической защиты, однако внутри древесина деструктирована дереворазрушающими грибами. Скрытые повреждения невозможно выявить без нарушения отделочных слоёв, на что заказчики работ по обследованию технического состояния конструкций зданий, как правило, не соглашаются из-за сложности быстрого и качественного восстановления косметики. Однако при несвоевременном выявлении, локализации и ликвидации очагов распространяющейся инфекции срок службы объекта может сократиться в 3–5 раз [1]. Особенно большое значение имеет быстрое выявление местоположения и параметров повреждений наружных стен, цокольных и чердачных перекрытий, от которых зависит термальная комфортность среды помещений отопляемых зданий. Биологическая деструкция представляет опасность для их несущей способности, устойчивости, деформативности и теплоизоляционных свойств. Наличие в помещениях плесневых и других видов грибов представляет опасность для здоровья людей, особенно страдающих аллергическими заболеваниями. Поэтому был разработан неразрушающий метод быстрого выявления скрытых участков биологической деструкции ответственных наружных деревянных конструкций.

Предложенный метод основан на явлении изменения теплопроводности древесины при ее биохимическом разложении, сопровождающемся выделением воды. Под действием кислых ферментов грибов, повреждающих древесину, сначала происходит осахаривание целлюлозы, которая выполняет функцию «несущего каркаса», с получением глюкозы. Затем глюкоза окисляется кислородом с образованием воды, тепла и углекислого газа [2]. При одинаковой температуре теплопроводность воздуха в 23 раза меньше, чем воды. Поэтому при увлажнении древесины, являющейся пористым материалом (полости трахеид занимают в среднем 2/3 общего объёма), её теплопроводность значительно возрастает [2]. Увлажнившаяся

при гниении древесина с деструктурированными стенками трахеид проводит тепло значительно лучше, чем сухая, пористая, без биологических повреждений. Коэффициенты теплопроводности биологически деструктурированной древесины по соответствующим основным направлениям к волокнам различаются между собой меньше, но их значения выше, чем у древесины без повреждений. Поэтому в местах биологической деструкции древесины из-за локальных теплотерь при холодной погоде температурное поле на поверхности наружных стен отапливаемых зданий имеет возмущения, которые и предложено фиксировать с помощью инфракрасного сканера, который предназначен для преобразования теплового изображения объекта в видимое. Метод термографического контроля основан на регистрации, визуализации и анализе температурных (тепловых) полей объектов контроля с помощью инфракрасной термографии (тепловидения).

Обычно при бесконтактной инфракрасной дефектоскопии фиксируют температурное поле, являющееся распределением значений температуры по поверхности контролируемого объекта, и выявляют локальные отклонения температуры от нормы (аномалии) с целью определения количественных показателей потерь тепла [3]. Однако в данном случае термографическую съемку предложено использовать по новому назначению – для быстрого бесконтактного определения участков скрытой биологической деструкции эксплуатируемой древесины, которая сопровождается снижением прочности и увеличением деформативности и теплопроводности наружных конструкций отапливаемых зданий [4, 5]. Отчетным документом таких исследований является цветная термограмма с показателями инфракрасного излучения. По ней определяется местоположение зон с минимальной и максимальной температурой, средняя температура обследованной поверхности, формируется соответствующая цветная температурная шкала. При анализе термограммы сопоставляли с обычными фотографиями обследованных участков.

Апробацию предложенного метода дефектоскопии с использованием сканирования инфракрасного излучения исследуемого объекта проводили совместно с норвежскими специалистами Университетского колледжа г. Нарвика при обследовании конструкций деревянных отапливаемых зданий [4–6] в ходе поисковых исследований и работы по российско-норвежскому проекту «Энергоэффективный деревянный дом для Северо-Запада России». При апробации сканирование выполняли с помощью приборов трех моделей. Наиболее точно позволял выявлять деструктурированные участки прибор с оптическим разрешением (IFOV) 0,65 mrad, температурной чувствительностью менее 80 mK при +30°C, частотой кадров 30 Гц без перемежения, обеспечивавший двух-, четырех- и восьмикратное электронное увеличение. Спектральный диапазон – от 7,5 до 13 мкм. Прибор оснащен камерой для регистрации инфракрасного излучения, цифровой фото-видеокамерой 1,3 МПикс и лазерным указателем. Изображение выведено на цветной дисплей с диагональю 5,6 дюйма, 1024×800 Пикс. Видоискатель – встроенный, с изменяемым наклоном, цветной, с разрешением 800×480 Пикс. Измерение обеспечено в интервале температур от -40°C до +500°C. Точность $\pm 2^\circ\text{C}$ или $\pm 2\%$ от абсолютной температуры (в °C). Влажность воздуха в зоне сканирования находилась в пределах от 10% до 90%, без конденсации влаги. Интервал рабочих температур аккумулятора с ресурсом эксплуатации 3 часа составлял от -15°C до +50°C. Поэтому наружное сканирование некоторых объектов при температуре ниже -15°C оперативно выполняли из прогретого салона автомобиля через приоткрытое окно.

При апробации в ходе обследований технического состояния двухэтажных многоквартирных зданий, рубленых из елового или соснового бруса, сканировали инфракрасное излучение их наружных стен, цокольных и чердачных перекрытий. Затем с помощью щупов, полого бура и других инструментов производили контрольное вскрытие эксплуатируемых конструкций и отбор проб древесины на участках, где имело место возмущение температурного поля. На 84 вскрытых участках выполнили детальное исследование состояния конструкций и материалов. На 61,2% вскрытых участках была обнаружена деструкция древесины дереворазрушающими грибами; 25,9% – имели глубокие усушечные трещины, дефекты герметизации стыков бруса либо узлов примыкания оконных коробок к проемам; 12,9% – прочие дефекты: отсутствие утеплителя в цокольном перекрытии; не утепленные кабельные отверстия в стенах; холодные потоки воздуха под обшивкой из гипсокартона; наличие металлических пластин (остатки неиспользуемого крепежа под отделочными слоями); локальные протечки трубопроводов и т.п.

Основная часть материалоемкости рубленых деревянных зданий приходится на стены. Снаружи их обычно обшивают фрезерованными досками, сайдингом, листовыми отделочными материалами не только для декоративных целей, но и для защиты от атмосферных осадков, ветровой эрозии, ультрафиолетового облучения и прочих неблагоприятных воздействий. Однако обшивка не позволяла выявить скрытые дефекты при сплошном сканировании инфракрасного излучения объекта. В этом случае сканирование выполняли в помещениях [5]. Для инициирования движения сканируемых тепловых потоков через поврежденные участки из исследуемых помещений удаляли часть воздуха, используя воздушный центробежный насос для понижения давления на 3–5%. Перед началом этих работ герметизировали вентиляционные отверстия, дверные и оконные проемы. Апробация этого метода в жилых зданиях подтвердила эффективность его применения для выявления участков с деструктурированной древесиной. Апробации в зданиях бань показала, что метод не пригоден для выявления биологической деструкции древесины, эксплуатируемой в условиях повышенной влажности.

ВЫВОДЫ

1. Результаты апробации при обследовании многоквартирных двухэтажных отапливаемых зданий, рубленых из елового и соснового бруса, свидетельствуют о том, что инфракрасное сканирование позволяет быстро и точно определить параметры участков конструкций, где имеет место биологическая деструкция древесины. Для уточнения причин выявленных возмущений температурного поля можно детально обследовать конкретные участки с помощью щупов, полых буров или других инструментов, отобрать пробы для лабораторных исследований и разработать оптимальные методы локализации биологических повреждений древесины, а при необходимости и проект противоаварийных мероприятий.

2. При наличии обшивки сканирование инфракрасного излучения наружных конструкций следует выполнять в помещениях. Для интенсификации миграции воздуха в зоне повреждений в исследуемом помещении целесообразно понизить давление на 3-5% с помощью воздушного вакуум-насоса. Перед этим необходимо герметизировать вентиляционные отверстия, оконные и дверные проемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горшин С.Н. Консервирование древесины / С.Н. Горшин. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 336 с.
2. Конструкции из дерева и пластмасс: учебник для вузов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. / Г.Г. Карлсен, В.В. Большаков, М.Е. Каган и др.; под ред. Г.Г. Карлсена. – М.: Стройиздат, 1975. – 688 с.
3. ГОСТ 26629–85. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. – Введ. 1985-10-05. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 14 с.
4. Варфоломеев А.Ю. Влияние гниения на экологические характеристики деревянных жилых домов: / А.Ю. Варфоломеев // Экология и проблемы защиты окружающей среды: тез. докл. 10-й Всерос. науч. студенч. конф. / Красноярский гос. ун-т. – Красноярск, 2003. – С. 131–132.
5. Варфоломеев А.Ю. Неразрушающий метод выявления скрытых участков гниения деревянных наружных стен зданий / А.Ю. Варфоломеев // Жилищное строительство. – 2009. – № 6. – С. 5–8.
6. Мелентьева М.Н. Исследование теплопотерь здания спортивной школы из деревянных клееных конструкций / М.Н. Мелентьева, А.Ю. Варфоломеев, С.Э. Свен // Современные проблемы строительства и реконструкции зданий и сооружений: матер. междунар. науч.-техн. конф. / ВоГТУ. – Вологда, 2003. – С. 138–139.

УДК 621.9.025

ЗАЧЕМ НАЗВАЛИ КРОМКУ РЕЗЦА ГЛАВНОЙ? (памяти Сергея Александровича Воскресенского посвящается)

С.В. Иванов,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

Е.С. Шарапов,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ
sharapov_evgeniy@mail.ru

*Недоученный хуже неученого – переученный хуже недоученного
(русская народная пословица)*

Первопроходцы, создатели основ теории резания, пробираясь сквозь манящие, таинственные дебри неизвестного, стремясь исследовать, познать новое и щедро отдать его всему миру, идя все дальше и дальше, образно говоря, порой «разбрасывали камни», шли не оглядываясь назад и не глядя по сторонам. Нам же идущим следом за ними «время собирать эти камни», время упорядочить их и идти дальше.

Как тогда, так и тем более сегодня, не резанием одним живут науки и промышленные производства. Появляются новые направления в науке, появляются новые производства. Каждому следующему поколению приходится осваивать все больший объем знаний, большее количество наук и в более короткие сроки. И никуда от этого не уйти. В связи с этим, все меньше и меньше времени в вузах отводится на изучение традиционных учебных дисциплин. Так, в технических университетах обязательно изучается резание по учебникам, на лекциях, в лабораториях и на производстве, но, за все более и более короткие сроки. Поэтому, особенно для студентов, которые впервые изучают резание материалов, да и для всех других должны предлагаться качественные учебники, в которых не должны содержаться заведомо лишние, порой сомнительные, а тем более, некорректные сведения.

Исходя из этих неумолимых обстоятельств и имея благие намерения, мы полагаем, что в учебниках по резанию необходимо избавиться от давнего заблуждения в том, что у резца существует главная режущая кромка, от заблуждения, которому гораздо более 50-ти лет.

Ведь, не так давно, наши современники в Италии нашли средства для остановки медленного падения Пизанской башни, длившегося гораздо больший срок, более 500 лет. А главная режущая кромка – это не Пизанская башня, это заблуждение в головах. Избавление от этого заблуждения не требует материальных затрат. Нужно совсем немного, нужна добрая воля и неленность ума.

Но, вернемся к истокам. В самые первые годы развития науки о резании не было предпосылок для придумывания и выделения на резце главной режущей кромки, так как сначала исследовались закономерности простого открытого резания клиновидным резцом с одной режущей кромкой, так как не над чем было становиться главной. В то время многие специальные термины в науку о резании были заимствованы от кустарей, от ремесленников, занимавшихся из поколения в поколение обработкой древесины резанием много столетий и выработавших свой устоявшийся профессиональный язык. Поэтому, переднюю грань резца исследователи процесса резания древесины сначала называли «грудкой» [1], а заднюю «спинкой». И такое ласковое, народное название этих поверхностей на ряде деревообрабатывающих предприятий еще сохранялось среди старых рабочих заточников инструмента вплоть до 90-х годов прошлого века. Кстати, режущая кромка резца тогда называлась также коротко и выразительно – лезвие. И это второе её название прочно сохраняется и сегодня. Оно входит в научный, технический и обычный разговорный русский язык.

Затем, в науке о резании, в результате её формирования и внутреннего развития стали вырабатываться собственные, новые научные термины и переосмысливаться и перерабатываться старые. Так, С.А. Воскресенский в середине 50-х годов прошлого века написал следующее: «Грани резца, пересекаясь, образуют кромки: главную режущую кромку или лезвие t_0 и боковые кромки, из которых кромки t_p и O_q называются передними боковыми кромками, а t_r и O_s – задними боковыми кромками» [2]. Сейчас трудно сказать, понять зачем Сергей Александрович назвал эту кромку главной и тем самым предоставил возможность в последующем незаслуженно принизить роль других кромок резца до роли вспомогательных. Скорее всего, он это сделал не впервые, не сам, а вслед за кем-то. Ведь, судя по тому, что он дал наименование кромкам исходя из того, где они расположены на резце, эта кромка должна была быть им названа передней кромкой. К тому же – главная кромка, это уже не только объективное, непредвзятое, то есть строгое, научное описание и наименование элемента объекта, а скорее оценка значения этого элемента, но оценка произошла без объяснения причин такой оценки. Возможно, он хотел тем подчеркнуть, что в рассматриваемом случае, только эта кромка является режущей (лезвием), но тогда ничто не мешало назвать её – передняя, режущая кромка.

Не всегда, не везде и не во всем есть и надо искать главное. Какая, например, нога у коня главная? Какое колесо в телеге главное, какое крыло у птицы, самолета главное? Какая голова главная у Змея-Горыныча? Какое лицо главное у божества – Двуликого Януса? Разве этого перечисления недостаточно, чтобы допустить, что нет никакой необходимости в том, чтобы на резце сооружать вымышленный трон и сажать туда не вполне понятно как выбранную кромку резца, ведь нередко на резце не одна и не две, а много кромок, десять и больше, и эти кромки часто имеют идентичные расположения и конфигурации и одинаково работают.

Тем не менее, 20 лет спустя В.И. Любченко излагает практически те же взгляды на режущие элементы резца, что и С.А. Воскресенский. «Различают главное лезвие L_r , образованное на пересечении передней и задней поверхностей резца, и боковые L_b , образованные на пересечении передней и боковых поверхностей. Сопряжение главного и боковых лезвий называют вершинами резца – В» [3]. Этому определению присущ тот же недостаток – необоснованное выделение главного лезвия относительно других.

В то же самое время Г.А. Зотов, еще один представитель не только той же школы резания, но и той же кафедры, того же лесотехнического ВУЗа, очевидно сомневаясь в существовании главной режущей кромки называет её – основная кромка. «Пересечение передней и задней поверхностей образует основную режущую кромку ab . Пересечение передней поверхности боковыми образует вспомогательные кромки ad и bc » [4]. Но он, тем самым, не только не исправил положения, но и того не желая, усугубил его. Не исправил потому, что, если рассматривать кромку изнутри резца (эмпатия), то её можно назвать основной, а если рассматривать снаружи, то скорее надо называть главной, а не основной, то есть основная или главная кромка – это вполне может быть одно и то же. А усугубил сомнительность положения тем, что одним махом лишил остальные кромки резца и собственных наименований и собственных функций, назвав их вспомогательными и тем самым, поставив их в подчиненное положение по отношению к кромке назначенной в качестве основной. На самом деле, каждая кромка резца вполне самостоятельно выполняет свою часть общей задачи. Мало того, что каждая кромка режет свое, но изначально и задача-то состоит вовсе не в резании. Резание всего лишь способ выполнения этой задачи. Например, если задача состоит в том, чтобы в твердом предмете было отверстие, то одним из способов получения отверстия является использование резания, а одним из способов резания – выборка отверстия спиральным сверлом, у которого парные режущие кромки, и торцовые кромки производят углубление, а боковые зачищают стенки углубления. Нет в сверле ни главных (основных), ни вспомогательных кромок, каждая кромка выполняет свою собственную работу, и каждая работа одинаково важна для решения общей задачи, задачи получения отверстия.

Два года спустя, В. Г. Морозов закрепляет необоснованное, предвзятое разделение кромок реза на главную и вспомогательные в справочнике: «Дереворежущие инструменты» [5]. «Основными элементами режущей части инструмента являются передняя и задняя поверхности клина, пересечение которых образуют главную режущую кромку». Пересечение передней и боковых поверхностей клина образует вспомогательные кромки. Но, вернемся назад, возьмем две замечательные книги. Возьмем учебник А.Э. Грубе, «Дереворежущие инструменты» 1971 г., нет в нем ни главных ни вспомогательных кромок реза. И кромки имеют названия в зависимости от того, где и как они расположены, как выглядят и что делают: так, есть боковая кромка, короткая кромка и т. п. Или возьмем в переводе В.В. Амалицкого книгу американского автора Петера Коха «Процессы механической обработки древесины» 1969 г., где первая половина книги – теория резания, а вторая – процессы обработки. В ней тоже нет ни главных, ни второстепенных кромок, но это несколько не мешает точному изложению интересного и глубокого материала, однозначному его пониманию. От отсутствия в них таких названий кромок эти замечательные книги абсолютно ничего не теряют. А вот, если бы невероятным образом в них оказались такие названия, то книгам был бы явно нанесен существенный урон.

Однако, продолжим движение в наш 21 век и посмотрим, как обстоят дела по рассматриваемому вопросу в соседней области, в области резания металла. С.А. Попов на примере токарного реза, как это стало устоявшейся традицией при рассмотрении резания металла излагает следующее, тоже ставшее характерным в области резания металла. «Часть режущей кромки, формирующей большую сторону сечения срезаемого слоя, называется главной режущей кромкой. К главной режущей кромке примыкает главная задняя поверхность, а к вспомогательной – вспомогательная задняя поверхность» [6]. И уж в нашем 21 веке такое же определение дает Е.Н. Трембач «Главная режущая кромка – часть режущей кромки, формирующая большую сторону сечения срезаемого слоя». «Главная задняя поверхность – задняя поверхность лезвия инструмента, примыкающая к главной режущей кромке» [7].

Вот, что называется, и приехали. Мало того, что с провозглашением на резце поста главной режущей кромки, у него появилась возможность стать многоглавым, это еще куда не шло, но, еще резец лишился своих боков, а взамен этого стал многозадым! Да, не нас одних черт попутал! Вот и зарубежный англоязычный автор Е.М. Трент в своей книге «Резание металлов» 1980г. (перевод Г.И. Айзенштока) явно, однозначно показывает на токарном резце главную и вспомогательную задние поверхности.

Но, вернемся к главной режущей кромке, теперь, казалось бы, появился критерий, позволяющий выявлять главную режущую кромку, а именно, она формирует большую сторону сечения срезаемого слоя, то есть выполняет больший объем работы. Однако, это очень ненадежный, зыбкий критерий. Одни и те же кромки реза могут по-разному загружаться в зависимости от выбранного режима резания, в зависимости от расположения волокон древесины. Так, одной и той же пилой можно пилить вдоль и поперек волокон древесины. Кромки зуба пилы в этих случаях будут работать не только различно, но и противоположно. Более того, не смотря на то, что в той или иной книге объявлена главная режущая кромка, далее она нигде в этой книге не «ищется» при рассмотрении конкретных процессов резания, так как в этом нет никакого смысла, её назвали главной понарошку. Ее не делают из другого особого материала, ей не предоставляют особый уход, она такая же, как и все другие кромки реза. А вот там, где действительно есть главная, например главная дорога, то она не только больше, но и лучше обустроена, лучше обслуживается, имеет приоритет.

Потом, вовсе не объем выполняемой работы является в большинстве случаев критерием успешности резания. При фрезеровании таким критерием в большей степени является точность обработки, качество поверхности. А при сверлении – получение нужного диаметра отверстия и т.д.

И наконец, что же мы уподобляемся «Иванам родства непомнящим», что же мы «обрубаем свои национальные корни»? Почему мы забываем урок, преподанный нам гениальной своей простотой, краткостью, глубиной и художественной выразительностью народной сказки про репку, сказки для маленьких детей. Где сначала, «Дедка за репку, тянет – потянет, вытянуть не может». А в итоге «Дедка за репку, бабка за дедку, внучка за бабку, Жучка за внучку, Машка за Жучку, мышка за Машку: вытянули репку!». Вот кто оказывается главным героем сказки: мышка, самая маленькая, самая слабая, но без нее, оказывается, нельзя было вытянуть репку. Сказка учит бережному отношению даже к самому ничтожному, самому маленькому, тому, что это маленькое может быть очень полезно.

Справедливости ради, надо сказать, что не все авторы книг, где есть резание и инструменты, вводят разделение кромок реза на главную и вспомогательные, но они прямо не высказываются, почему они этого не делают, поэтому трудно судить, каких взглядов по этому вопросу они на самом деле придерживаются. Мы же убеждены, что такое разделение неправомерно. Кромкам следует давать естественные названия: передняя, боковая, прямая, короткая, наклонная, косая, закругленная и т.п., избегая закрепления превосходства одних кромок над другими.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воскресенский С.А. О законе распределения давления древесины по грудке реза (сборник научно-исследовательских работ ЦНИИМОД) / С.А. Воскресенский. – Гостехиздат, 1940.

2. Воскресенский С.А. Резание древесины: учебное пособие для лесотехнических вузов / С.А. Воскресенский. – М.-Л.: Гослесбуниздат, 1956. – 199 с.
3. Любченко В.И. Резание древесины и древесных материалов: учебное пособие для вузов / В.И. Любченко. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 29 с.
4. Зотов Г.А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента: учебник для профтехучилищ / Г.А. Зотов, Ф.А. Швырев. – М.: Лесная пром-ть, 1986. – 301 с.
5. Морозов В.Г. Дереворежущий инструмент: справочник / В.Г. Морозов. – М.: Лесная пром-ть, 1988. – 344 с.
6. Попов С.А. Заточка и доводка режущего инструмента: учебник для сред. ПТУ / С.А. Попов. – М.: Высш. шк., 1986. – 223 с.
7. Трембач Е.Н. Резание материалов: учебник / Е.Н. Трембач и др. – 2 изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2007. – 512 с.

УДК 630*831.812.12

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ НА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛАХ

А.А. Колесникова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
Kolesnikovaaa@marstu.net

Л.Г. Александрова,

магистрант 2 курса ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
Ludik.alex@mail.ru

В статье выявляются уравнения зависимости, которые позволяют прогнозировать резонансные свойства древесины на складе хранения лесоматериалов и рационально использовать их по назначению.

Эффективность использования лесных ресурсов является одним из основных задач развития лесного комплекса России [1].

Для прогнозирования свойств древесины готовых заготовок необходимо учесть их изменение в процессе сушки лесоматериала.

Для сертификации резонансного сырья на корню [2, 3], а также в круглых лесоматериалах [4, 5] наиболее приемлемым является неразрушающий ультразвуковой метод.

Способ испытания относится к технической древесине в виде короткомерных круглых лесоматериалов, например, специальных сортиментов в виде резонансных чураков, и может быть использовано при сертификации древесины, находящейся как в штабелях круглых лесоматериалов у лесозаготовителей или потребителей, так и на корню на отведенных в рубку участках леса в условиях лесозаготовок, лесного хозяйства и деревообработки.

Способ также может быть использован в инженерной экологии при оценке экологического состояния территории ультразвуковыми свойствами древесины, которая заготовлена на данной территории.

На рисунке 1 показан короткомерный спецсортимент в виде чурака длиной 500 мм с верхним торцом, ориентированным по направлению роста дерева.

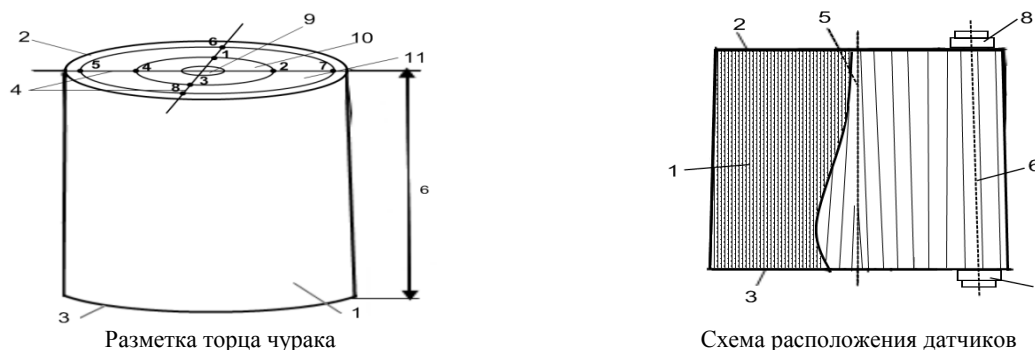


Рис. 1. Чурак древесины для испытания круглых лесоматериалов:

- 1 – чурак; 2 – верхний торец; 3 – нижний торец; 4 – радиальные линии с метками; 5 – продольная ось чурака;
6 – параллельные линии к образующей чурака; 7 – датчик ультразвукового прибора;
8 – приемник ультразвукового прибора; 9 – присердцевинная зона; 10 – спелодревесная зона; 11 – заболонная зона

Способ ультразвукового испытания древесины круглых лесоматериалов содержит следующие действия.

Максимальные возможности применения способа будут при действиях, позволяющих как сертифицировать техническую древесину, так и получать исходные данные для экологического мониторинга территории, на которой выполнялись процессы заготовки круглых лесоматериалов.

На чурке 1, отпиленного или уже готового длиной L не менее 500 мм (от бревна или другого вида круглого лесоматериала, соответствующего по размерам в качестве резонансной древесины), изготавливаются верхний торец 2 и нижний торец 3 и наносятся на них радиальные линии 4 с метками, (как пример, показаны метки № 1...8).

Линии и метки на верхнем и нижнем торце чурака выполняются симметричными относительно продольной оси 5. Между метками обоих торцов образуются параллельные линии к образующей чурака 6. Относительно линий 6 между метками на торцах чурака принимают датчики 7 и приемник 8 переносного ультразвукового прибора по соответствующим меткам на одинаковом расстоянии от края заболонной зоны чурака. Концентрические окружности выделяют присердцевинную зону 9, спелодревесную зону 10, зону заболони 11.

Измерение выполняют в четырех метках спелодревесной зоны – в середине радиуса и в четырех метках заболонной зоны – 0,5 см от кромки. Время прохождения ультразвуком расстояния L измеряется по линии 6 от комля к вершине в процессе естественной сушки короткомерных спецсортиментов в виде чураков не менее пяти раз в течение не менее 22 суток до приобретения технической древесиной устойчивой равновесной влажности.

По направлению от комля к вершине чурака по значениям скорости ультразвука оценивают техническое качество короткомерных сортиментов резонансной древесины, и по статистическим показателям модельных сортиментов оценивают качество территории по наличию резонансной древесины, на которой были заготовлены короткомерные круглые лесоматериалы.

После проведения измерений выявляют закономерности изменения ультразвуковых параметров древесины вдоль чурака.

Закономерности изменения ультразвуковых параметров древесины вдоль чурака в процессе сушки выявляют по скорости распространения ультразвука, например:

$$v = \frac{500}{T},$$

где v – скорость ультразвука, м/с;

500 – длина чурака, мм;

T – время прохождения ультразвука, мкс.

При этом зависимость скорости ультразвука от времени естественной сушки

$$v = 2267,4247 \exp((-0,13791013) - 40,890787 \tau^{1,8388779} \exp(-0,057858081 \tau)),$$

Определяя скорость ультразвука, находим акустическую константу, принятую для оценки резонансных свойств древесины

$$K = 4,0883241 \exp((-0,14345198 \tau) - 0,071850201 \tau^{1,8572138} \exp(-0,062282869 \tau)),$$

где K – акустическая константа в процессе сушки древесины, $\text{м}^4/(\text{кг}\cdot\text{с})$.

Зная уравнение зависимости, можно посчитать акустическую константу древесины для различных дней в процессе естественной сушки (табл.).

Таблица

Значения акустической константы в процессе естественной сушки древесины

Время сушки τ , сутки	0	1	2	3	4	5	6	8	9	11	15	16	17	22
Акустическая константа K , $\text{м}^4/(\text{кг}\cdot\text{с})$	4,1	4,6	5,2	5,6	6,1	6,4	6,7	7,3	7,4	7,6	7,2	7,1	6,9	7,9

Зная, закономерность изменения скорости и акустической константы во время естественной сушки можно найти переходное уравнение

$$\frac{v}{K} = P_{v/K} = 554,609822 \exp((-0,9613679\tau) - 569,111658\tau^{0,9901272} \exp(-0,92895658\tau)),$$

$$K = \frac{v}{P_{v/K}} = \frac{v}{554,609822 \exp((-0,9613679\tau) - 569,111658\tau^{0,9901272} \exp(-0,92895658\tau))}.$$

Скорость УЗВ по зонам различается (рис. 2) и описывается формулой

$$v = v_0 \exp(-a\tau),$$

где v_0 – начальная скорость ультразвука древесины сердцевинной, м/с;

a – активность экспоненциального роста скорости ультразвука при естественной сушке чурака;

τ – время естественной сушки, сутки.

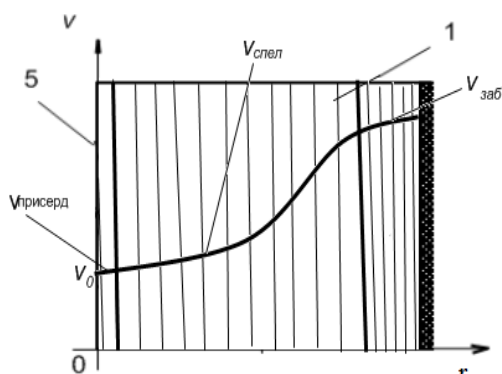


Рис. 2. График изменения скорости ультразвука в радиальном направлении

Для присердцевинной, спелодревесной и заболонной зоны скорость УЗВ описывается формулами

$$v_{сердц} = 2618,2783 \exp(-38,15067\tau);$$

$$v_{спелод} = 2888,127 \exp(-21,42742\tau);$$

$$v_{заб} = 3847,7156 \exp(-46,844953\tau);$$

Аналогично, зная уравнения зависимости скорости ультразвука по зонам, можно найти акустическую константу по зонам в процессе естественной сушки.

ВЫВОДЫ

Предлагаемый способ упрощает процесс ультразвукового испытания древесины круглых лесоматериалов в виде спецсортиментов, находящихся в штабелях

в лесу или на складах. Это позволит упростить процесс и снизить трудоемкость ультразвукового испытания и сертификации технической древесины в виде круглых лесоматериалов.

Ультразвуковые свойства древесины круглых лесоматериалов позволяют быстрее выявлять качество и экологическую эффективность всего лесопользования, в перспективе обеспечить выход наиболее ценных сортиментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурдин Н.А. О стратегических направлениях развития лесного комплекса Российской Федерации / Н.А. Бурдин // Лесной вестник. – 2008. – №5. – С. 7–12; Федюков В.И. Ель резонансная: отбор на корню, выращивание, сертификация / В.И. Федюков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1995. – 112 с.
2. Колесникова А.А. Исследование свойств древесины по кернам / А.А. Колесникова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 178 с.
3. Пат. 2224415 Российская Федерация, МПК⁷ А 01 G 23/00, G 01 N 33/46. Способ ультразвукового испытания технической древесины / Мазуркин П.М., Колесникова А.А., Ефимов А.А. (РФ); заяв. и патентнообл. Марийск. гос. тех. ун-т. – №2002116084/12; заявл. 18.06.02; опубл. 27.02.04, Бюл. №6.
4. Пат. 2284032 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/06/ А 01 G 23/00 (2006/01) Способ ультразвукового испытания древесины круглых лесоматериалов / Мазуркин П.М., Ефимов А.А. (РФ); заяв. и патентнообл. Марийск. гос. тех. ун-т. – №2005102960/12; заявл. 07.02.05; опубл. 20.09.06, Бюл. №26.
5. Колесникова А.А. Скорость ультразвука в процессе сушки древесины круглого лесоматериала / А.А. Колесникова, Л.Г. Александрова // Опыт лесопользования в условиях Северо-Запада РФ и Финноскандии: материалы Междунар. науч.-технич. конф., посвященной 60-летию лесоинженерного факультета ПетрГУ. – Петрозаводск, 2011. – С. 16–17.

УДК 630.812.7:674.032.16:630.43

ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА (2010 ГОДА В УОЛ ВГЛТА, Воронеж)

Т.К. Курьянова,

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

А.Д. Платонов,

д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

А.В. Макаров

Соискатель, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

vglawood@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования динамики изменения плотности и прочности на сжатие вдоль волокон древесины сосны после поражения пожаром.

Одним из основных вопросов исследования горельников является вопрос о техническом качестве древесины, поврежденной пожаром, и возможности использования её как конструкционного материала.

Прочность древесины тесно связана со строением ствола дерева и обусловлена свойствами вещества, образующего древесину. Она представляет собой продукт жизнедеятельности живого организма. Как биологический объект древесина имеет сложное анатомическое строение и химический состав.

Под воздействием различных факторов древесина, как биополимерная композиция претерпевает различные существенные изменения. Эти изменения по своей природе являются химическими, структурными и физико-механическими.

Воздействие пожаров на древесину – это нагрев древесины высокой температурой, что вызывает, прежде всего, термическую деструкцию компонентов древесины. Кроме прогрева на термическое разложение и структурное изменение в древесине влияют и другие факторы. Прежде всего это содержание в древесине воды, её распределение и состояние, продолжительность воздействия высокой температуры, давление образованное при вскипании воды.

При пожаре в древесине древостоев высокое содержание влаги (в сосне около 80 %) и при высокой температуре происходит пропарка, это дополнительно вызывает гидролитическую деструкцию древесного комплекса. При этом частично разрушаются связи в самом лигнине и лигнина с гемицеллюлозами, что приводит к увеличению деформируемости клеточных стенок. При пропарке происходит частичное разрушение водородных связей и химические изменения древесинного вещества, обусловленные термогидролитической деструкцией. При этом часть гемицеллюлоз и пектиновых веществ переходят в раствор. В результате чего вещества, составляющие древесину, размягчаются и древесина становится более деформируема, особенно при приложении скалывающих усилий.

Термогидролитическая деструкция древесины, происходящая при пропарке, у высушенной древесины не исчезает, что видно по кривым рисунка 1. Термомеханическая кривая высушенной после пропарки древесины (кривая 3) не совпадает с кривой 1 [2].

В данной статье приведена динамика изменения изменения плотности и прочности древесины сосны на сжатие вдоль волокон после воздействия пожара.

Методика проведения исследований. Испытания приведены на древесине сосны взятой сразу после пожара в сентябре и октябре месяцах 2010 года и на древесине сосны взятой в марте и октябре 2011 года. Была определена плотность и прочность древесины на сжатие вдоль волокон, с учетом места положения древесины в стволе (комлевая, срединная и вершинная часть).

Для определения этих показателей образцы для исследований изготавливались из деревьев среднего диаметра каждого квартала. Из каждого дерева вырезали срезы по высоте ствола: у комлевой части, на высоте 6 и 12 м. Из каждого среза образцы изготавливали по радиусу: в центре, середине (0,5R) и периферии (R). Исследования проводились согласно ГОСТам на эти виды испытаний.

Результаты исследований представлены на рис. 2 и 3.

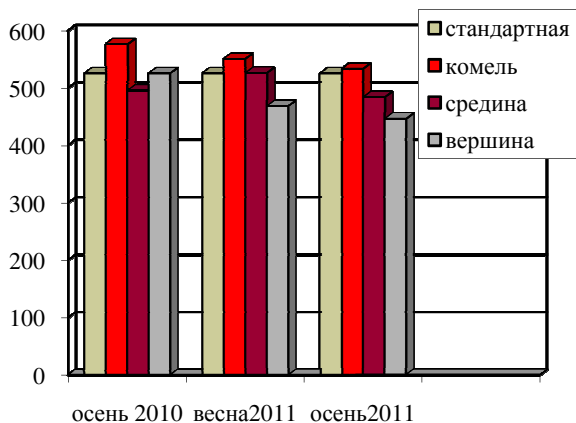


Рис. 2. Изменение плотности древесины сосны

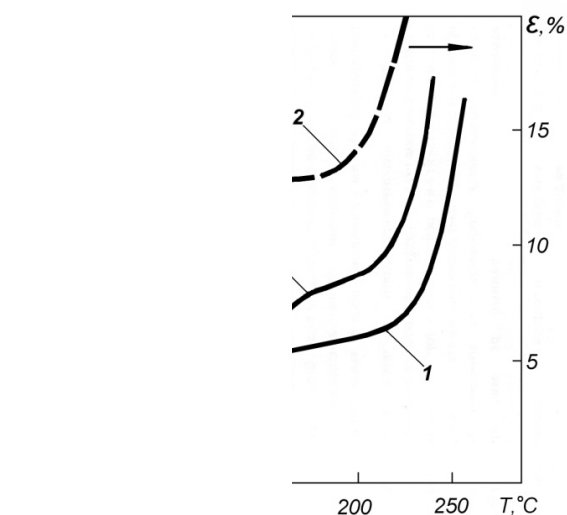


Рис. 1. Кривые образцов древесины поперёк волокон: 1 – стандартной; 2 – пропаренной при 120 °С; 3 – пропаренной и высушенной

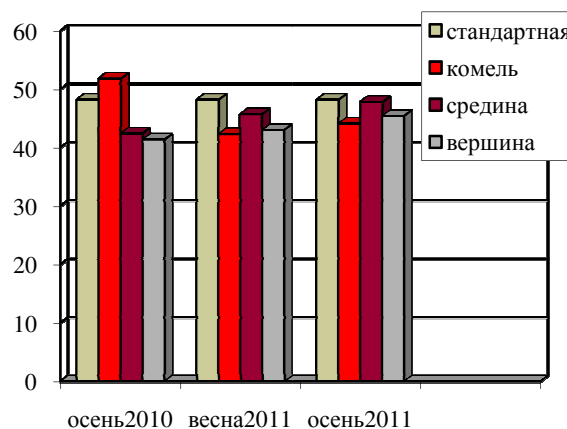


Рис. 3. Изменение прочности древесины сосны

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы, древесина сосны через 37 месяцев после низового пожара почти полностью сохраняет физико-механические свойства. Несколько повышенная плотность комлевой части объясняется тем, что при пожаре были разрушены смоляные ходы и смола истекла вниз. Изменение показателей прочности и плотности по высоте ствола носят закономерный характер. Эти показатели уменьшаются от комля до кроны, приблизительно на 1,5 % на 1 м.

При сильном низовом пожаре (кварталы № 45, 93 и 99) и по истечении 8–15 месяцев от времени пожара древесина претерпела различные изменения, приводящие к большому её засмолению и увеличению плотности в комлевой части ствола. Но на свежей смоле развивается гриб *Biatorrella resiniae Mudd*, который поражает древесину, тем самым снижает её плотность и качество. Плотность комлевой части ещё остается несколько выше стандартной. Средняя же плотность по стволу в марте 2011 г. почти соответствует стандартной, но в ноябре 2011 г. уже несколько снижается – на 7 %.

Менее всего снижается прочность древесины пораженной огнем при сжатии вдоль волокон на 5–9 %. Изменение этих показателей через 15 месяцев почти не отличаются от этих же показателей, которые произошли через 8 месяцев.

Наблюдается изменение в закономерности уменьшения прочности древесины по высоте ствола. После воздействия пожара, при высокой температуре и влажности древесины, т.е. после пропарки её, прочность комлевой части снижается при всех видах испытаний. Снижение качества наиболее ценной комлевой части ствола объясняется тем, что эта часть дерева наиболее долго подвергалась воздействию пожара. То-есть длительная пропарка, комлевой части вызвала необратимые термическое разложение и термогидролитическую деструкцию этой древесины. Кроме того, в этой части почти сразу появилось грибное повреждение, что также снижает прочность.

Проведенные исследования позволяют обосновать некоторые рекомендации по использованию древесины сосны после воздействия пожаров. Как конструкционный материал эта древесина по истечению 15 месяцев после пожара может быть использована. Но комлевою часть на высоте 1,5–2 м необходимо удалить. Она может быть использована для углежжения, на дрова и т.д.

Для сохранения прочности и качества перед использованием эту древесину необходимо высушить при температуре не ниже 45 °С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демаков Ю.П. Лесоводство. Ведение хозяйства в лесах пораженных пожарами: учебное пособие / Ю.П. Демаков, К.К. Калинин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – 135 с.
2. Леонович Н.Н. Химия древесины / Н.Н. Леонович, А.В. Оболенская. – М.: Лесная пром-сть. 1988. – 150 с.
3. Мелехов С. И. Влияние пожаров на лес / С.И. Мелехов. – М.-Л.: Гос. лесотехн. изд-тво, 1948. – 126 с.
4. Оценка состояния древостоев после лесного пожара 2010 года на территории УОЛ ВГЛТА / Т.К. Курьянова, А.Д. Платонов, Н.Е. Косиченко и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(70). С. 377–387. – Шифр Информрегистр: 0421100012\0204. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/27.pdf>, 0,688 у.п.л.

УДК 630.312.214:674.032.16

ОСОБЕННОСТИ ВЫСЫХАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПРИ ЭКСПОНИРОВАНИИ РАДИАЛЬНОЙ, ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ И ТОРЦОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Л.Л. Леонтьев

канд. биол. наук, доцент СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ
leontyev-lta@mail.ru

В статье рассматриваются особенности высыхания древесины сосны через различные поверхности и распределения оставшейся воды в древесине.

Исследование проводилось на коротких образцах в виде кубиков (примерный размер 50×50×50 мм) и на длинных образцах в виде брусков (примерный размер 50×50×300 мм). Образцы изготавливались из отрубков бессучковой древесины свежесрубленных сосен, отдельно из древесины заболони и ядра. Сразу после изготовления образцы взвешивались, измерялись их размеры, и на образцах герметично закрывались все поверхности кроме одной поверхности оставленной для изучения высыхания (для брусков оставались обе торцовые поверхности).

Сразу после герметизации поверхностей делалось первое взвешивание образцов; последующие взвешивания производились с меняющейся периодичностью в зависимости от срока после начала опыта. Высыхание древесины происходило при комнатных условиях.

Через некоторое время после начала опыта часть образцов изымалась из опыта, герметизированные поверхности срезались и образец распиливался на несколько частей в плоскости, параллельной экспонированной плоскости. На этих образцах определялась влажность и фиксировались особенности распределения воды.

Влажность древесины на момент начала опыта для заболони составляла 134,9%, изменяясь от 93 до 200%; влажность древесины ядра – 33,8%, изменяясь от 25 до 42%.

При экспонировании торцевой поверхности коротких образцов, как и следовало ожидать, влажность древесины снижалась наиболее интенсивно.

Уже через 270 ч после начала испарения общая влажность образцов заболони снизилась вдвое. Последующее снижение влажности происходило значительно менее интенсивно, постепенно замедлялась (рис. 1). При этом влажность поверхностных слоев торца быстро достигла значений ниже предела гигроскопичности. Влажность внутренних слоев была практически одинаковой, не образовывала градиента влажности (от самых внутренних слоев к наружным), и снижение ее происходило одинаково в разных по глубине слоях (на некоторых образцах влажность самых внутренних слоев была даже ниже).

В образцах из ядра при влажности ниже предела гигроскопичности сразу установился градиент влажности, который сохранялся на всем протяжении опыта, при постепенном медленном снижении общей влажности.

При экспонировании тангенциальной поверхности коротких образцов сразу установился четкий градиент влажности и в ядре и в заболони (рис. 2), с практически линейным снижением влажности в заболони от внутренних к наружным слоям.

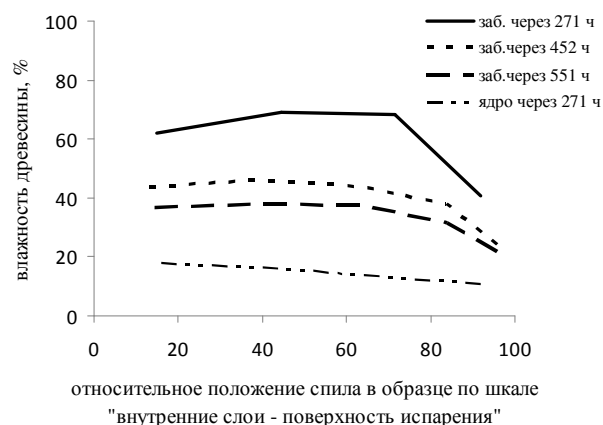


Рис. 1. Изменение влажности по глубине образца древесины сосны при испарении торцевой поверхностью

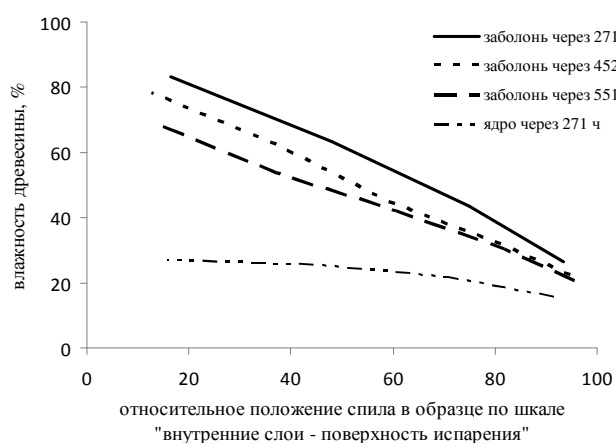


Рис. 2. Изменение влажности по глубине образца древесины сосны при испарении тангенциальной поверхностью

Через 270 ч после начала испарения общая влажность образцов заболони также снизилась примерно вдвое. Однако распределение воды по толще образца было совсем иным. Влажность поверхностных слоев тангенциальной поверхности также быстро достигла значений ниже предела гигроскопичности. Влажность же самых внутренних слоев даже через 550 ч отличалась от начальной влажности менее, чем в два раза.

При экспонировании радиальной поверхности коротких образцов влажность древесины снижалась медленнее всего.

Через 270 ч после начала испарения влажность наружных слоев радиальной поверхности была примерно вдвое выше предела гигроскопичности (рис. 3), а через 550 ч, как и в других случаях, достигла значений ниже предела гигроскопичности. Влажность внутренних слоев через 270–450 ч снизилась по сравнению с начальной влажностью всего на 20–30%; градиент влажности не просматривался (влажность самых внутренних слоев была даже ниже). Последующее снижение влажности внутренних слоев происходило очень медленно (через 1080 ч была более 60%), с тенденцией к образованию градиента влажности.

В образцах из ядра градиент влажности установился сразу и сохранялся на всем протяжении опыта, при постепенном медленном снижении общей влажности.

При экспонировании двух торцевых поверхностей длинных образцов древесины ядра сосны, сразу образовывался четкий двусторонний градиент влажности (рис. 4); влажность центральных частей по длине бруска постепенно снижалась, но даже через 1415 часов после начала опыта была выше влажности приторцевых участков.

Совершенно иным оказалось распределение воды в образцах из заболони. В относительно непротяженных приторцовых зонах происходило резкое изменение влажности от значений близких к влажности ядра (ниже предела гигроскопичности), до значений, соответствующих влажности внутренних зон образца.

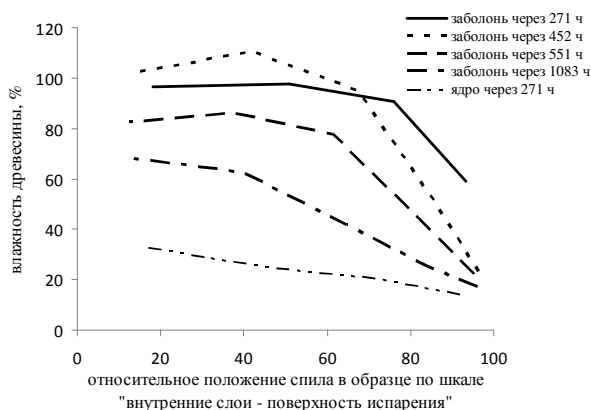


Рис. 3. Изменение влажности по глубине образца древесины сосны при испарении радиальной поверхностью

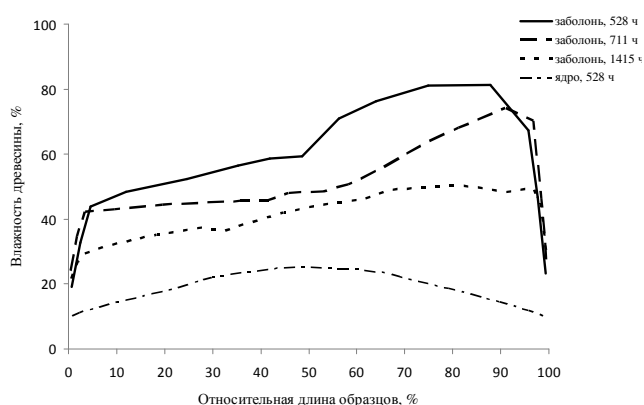


Рис. 4. Распределение воды по длине образца древесины сосны через различное количество часов после начала испарения с торцов

На длинных образцах наблюдалась значительная неравномерность влажности и на внутренних участках образца. На многих образцах наблюдалась существенная разница влажности от одной приторцевой зоны к другой. На отдельных образцах с одной стороны влажность была в 2,3–2,6 раза выше, чем с другой, даже после торцевого испарения в течении 1415 ч.

На многих образцах неравномерным было распределение воды и по сечению. Влажность сухих зон снижалась до значений равных пределу гигроскопичности, в то время как смежные участки имели влажность в несколько раз большую. Данное обстоятельство усложняло анализ распределения влажности по длине образца.

УДК 630.228:630.43

ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПОСЛЕ ЛЕСНОГО ПОЖАРА 2010 ГОДА

А.В. Макаров,

соискатель, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
wglta.wood@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования состояния древостоев после поражения различными видами пожаров.

Для наиболее точного определения воздействия пожаров на древостои необходимо уточнить терминологию, определяющую вид пожара. Терминологический разнобой, сложность и неточность в определениях не позволяют понять суть проблемы и наметить пути её решения.

Для определения вида пожара нами использована терминология, предложенная в Марийском государственном техническом университете.

Беглый верховой – верховой пожар, распространяющийся по пологу леса со скоростью, значительно опережающей горение нижних ярусов лесной растительности.

Верховой пожар – лесной пожар, охватывающий полог леса.

Сильный низовой пожар – низовой пожар с высотой пламени на фронтальной кромке более 1,5 м.

Слабый низовой пожар – низовой пожар с высотой пламени на фронтальной кромке до 0,5 м.

Согласно данной терминологии на территории УОЛ ВГЛТА для исследования были выбраны кварталы леса как наиболее характерные по виду пожара и воздействию огня на древостои. Это кварталы № 3, 4, 10, 49, 92, 93, 99.

Во всех выбранных кварталах состав насаждений – сосна с сопутствующими породами дуба и березы.

В кварталах 3 и 4 древостои подверглись частично беглому верховому пожару и частично сильному низовому пожару. В этих кварталах при осмотре была установлена высокая степень поражения древесины огнем на высоте ствола 12...16 м и падение части древесных стволов.

Поражение огнем древесины сосны и других пород значительно усиливается при наличии гнилостных пороков. Так при сильном низовом пожаре в обследованных кварталах было отмечено возгорание напенной гнили и выгорание древесины внутри ствола на высоту 4...5 м (рис. 1).

Повреждение нижней, наиболее ценной части ствола огнем произошло также при наличии таких пороков как сухобокость, повреждение коры, морозные и боковые трещины. При беглом верховом пожаре (часть квартала № 4) отмечено распространение огня внутри ствола от его средней или вершинной части при наличии стволовой или вершинной гнили, гнилых пасынков и табачных сучков.

В квартале № 10 прошел сильный низовой и верховой пожар. В результате чего на этом участке отмечено полное выгорание лесной подстилки. Наличие гнили на почве (грибницы) и деревьях не отмечено (рис. 3).



Рис. 1. Выгорание древесины внутри ствола



Рис. 2. Повреждение нижней части ствола (Сильный низовой пожар)



Рис. 3. Сильный верховой и низовой пожар

Однако воздействие огня ослабило защитные функции корки дерева, что является хорошей предпосылкой для интенсивного поражения дереворазрушающими грибами и насекомыми в последствии.

В квартале № 49 прошел слабый низовой пожар. При осмотре деревьев на этом участке установлено поражение луба у корневой шейки, у некоторых деревьев по всей окружности ствола, а у некоторых частично по окружности ствола (рис. 4). Поэтому у части деревьев в течение следующего года произойдет отмирание корней, что приведет к их гибели.



Рис. 4. Слабый низовой пожар

В кварталах № 92, 93, 94 и 99 прошел сильный верховой пожар. При осмотре этих участков было установлено наличие грибницы (сосновая губка прикорневая) на значительной площади лесной подстилки. Активное развитие грибницы отмечено на корневой и прикорневой части ствола сосны. На деревьях дуба и березы наличие грибницы отмечено по всей высоте ствола. Поражение сосновой губкой прикорневой будет способствовать интенсивному поражению дереворазрушающими грибами.

Квартал № 10. В результате обследования установлено полное выгорание лесной подстилки. Наличие гнили на почве и деревьях не отмечено. Однако, воздействие огня ослабило защитные функции

корки, что является хорошей предпосылкой для интенсивного поражения дереворазрушающими грибами и насекомыми.

При слабом низовом пожаре (квартал № 49) луб поражен у корневой шейки, это приведет в течение следующего года к отмиранию корней и гибели дерева.

При осмотре кварталов № 92, 93 и 99. было установлено наличие грибницы (Сосновая губка прикорневая) на значительной площади. Активное развитие грибницы отмечено на корневой и прикорневой части ствола сосны. На деревьях дуба и березы наличие грибницы отмечено по всей высоте ствола. Поражение сосновой прикорневой губкой будет способствовать интенсивному поражению дереворазрушающими грибами и насекомыми образующими червоточину.

По результатам проведенных исследований сентябрь-ноябрь месяц 2010 года установлено, что при всех видах пожара произошло полное отмирание луба. Следовательно, возможного восстановления древостоев на этих участках ожидать трудно. Кроме того, наличие грибницы на значительной площади лесной подстилки на корневой и прикорневой части ствола сосны, а у дуба и березы по всей высоте ствола будет резко снижать качество древесины, так как созданы благоприятные условия для интенсивного развития различных грибов и поражения древесины насекомыми. Поэтому потери товарности ликвидной древесины, пораженной лесными пожарами, будут значительными и зависят от диаметра ствола, высоты поражения дерева огнем и ряда других факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Демаков Ю.П. Лесоводство. Ведение хозяйства в лесах пораженных пожарами: учебное пособие / Ю.П. Демаков, К.К. Калинин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – 135 с.
2. Мелехов С.И. Влияние пожаров на лес / С.И. Мелехов. – М.-Л.: Гос. лесотехн. изд-во, 1948. – 126 с.

УДК 630.811.51:674.032.14

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЗАБОЛОНИ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ ПО ВЫСОТЕ СТВОЛА

А.Ю. Охлопкова,

ст. преподаватель, ВПО СВФУ ИТФ каф.ТДОиДК, г.Якутск, РФ
anna.okhlopkova@gmail.com

В статье рассмотрены зависимости изменения толщины заболони по длине ствола древесины лиственницы даурской, произрастающей в Центральной Якутии. Проведено сравнение полученных данных с данными других исследователей.

Ареал произрастания даурской лиственницы распространяется от Иркутской области на юго-западе, до Сахалинской области на северо-востоке и захватывает часть Красноярского края, Якутию, Хабаровский край, Амурскую область и Приморье [1]. Очевидно, что свойства древесины произрастающей на такой широкой территории, в столь различных климатических и почвенных условиях, будут варьироваться в зависимости от них.

На процесс роста дерева главным образом влияют погодные условия, то есть количество осадков за год, солнечная активность, длительность вегетационного периода и т.д. Выше перечисленные условия безусловно должны сказываться на строении дерева.

В макроструктуре дерева различают: ядровую часть, заболонь, камбий и кору. Из выше перечисленных параметров для проведения сравнительного анализа были выбраны показатели толщин ядровой и заболонной части ствола дерева.

Автором работы были рассмотрены изменения параметров по высоте ствола древесины, а именно диаметра ствола ядровой части и ширины заболонной частей. Образцы были отобраны вблизи города Якутска, Республика Саха (Якутия). Измерения были произведены по экспортированным фотографиям поперечных разрезов (рис. 1) ствола 10 деревьев с градацией в 2 м в среде ПО Autocad. Полученные данные занесены в MS Excel в табличном виде и получены результаты в виде диа-

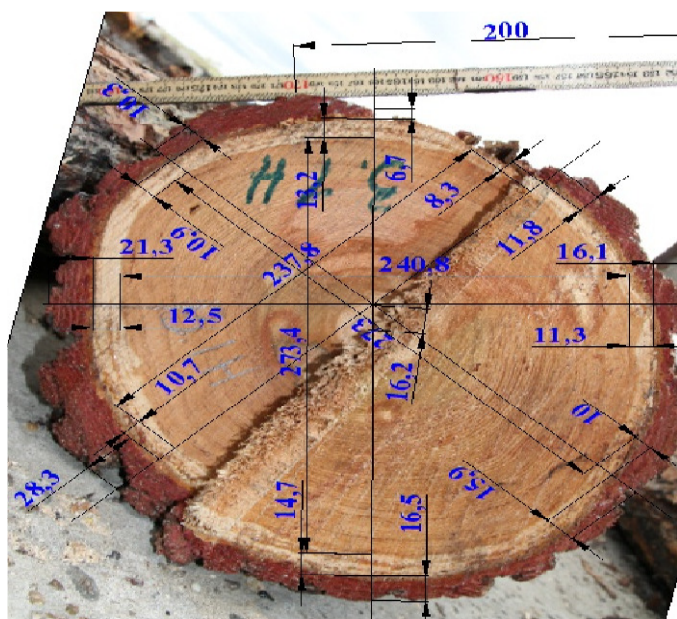


Рис. 1. Изображение поперечный разрез ствола

грамм, характеризующие изменения параметров растущего дерева по высоте ствола.

Для сравнения были использованы данные экспериментального исследования объемного распределения заболони в пиловочных сортиментах Калинина Д.А.[3], которые были проведены Братском районе Иркутской области.

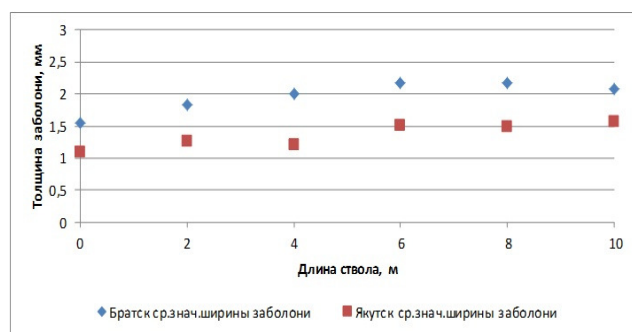


Рис. 2. График изменения толщины заболони в зависимости от длины ствола

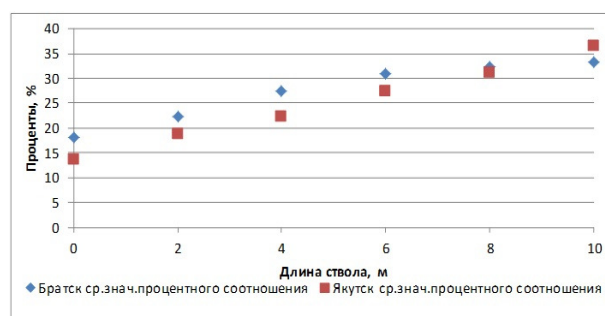


Рис. 3. График изменения процентного соотношения объема заболони к объему ядровой части ствола в зависимости от длины ствола

Из представленных графиков видно, что, несмотря на значительное различие в толщине заболонного слоя у древостоев одной породы, произрастающих в различных почвенно-климатических условиях, процентное содержание заболонной зоны совпадает в пределах 5% и сохраняет тенденцию к увеличению по длине ствола. Что может служить поводом для вынесения гипотезы о том, что древесина, произрастающая в более суровых климатических условиях, будет иметь меньшие показатели полндревесности и годового прироста, а следовательно и толщину клеточных стенок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бокщанин Ю.Б. Обработка и применение древесины лиственницы / Ю.Б. Бокщанин. – М., 1982.
2. ГОСТ 2410–81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. – М.: Изд-во стандартов, 1981.
3. Калинин Д.А. Формирование поставок с учетом макроскопического строения древесины лиственницы: дис. ... канд. техн. наук / Калинин Д.А. – СПб., 2004.

УДК 630.813.4

ПОЖАРООПАСНЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФОР-, КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ АНТИПИРЕНОВ

Е.Н. Покровская,

д-р техн. наук, профессор НИУ МГСУ, г. Москва, РФ.
elenapokrovskaya@bk.ru

А.А. Кобелев,

канд. техн. наук, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, РФ.
artemkobelev@gmail.com

Рассмотрены эффективность пропиточных комплексных составов для древесины на основе элементоорганических соединений и пожароопасные свойства модифицированной древесины.

Главным недостатком деревянных строительных конструкций является их высокая пожарная опасность. При возникновении пожара на объекте с применением древесины и материалов на ее основе появляется возможность его быстрого распространения и увеличивается вероятность гибели людей от комплексного воздействия таких опасных факторов, как: высокая температура окружающей среды, дым, токсичность продуктов сгорания. По данным МЧС России в 2010 году на территории Российской Федерации произошло 179 098 пожаров и погибло 12 983 человека. При этом более 70 % пожаров произошло в жилом секторе, 34 % пожаров и 43 % гибели людей – в сельской местности. Как известно, самое широкое применение деревянные конструкции находят именно в этих сегментах строительной отрасли.

Не менее значительной проблемой применения древесины в строительстве является ее склонность к биоразрушению. При благоприятных для грибов и насекомых условиях разрушение конструкции может произойти достаточно быстро, в течение нескольких лет. При этом основным фактором, определяющим развитие грибов является температурно-влажностный режим эксплуатации.

Эти проблемы можно эффективно решать применением пропиточных составов поверхностного нанесения с комплексом защитных свойств – огнебиозащита. Такие составы сейчас активно вне-

дряются в практику. Сравнительный анализ свойств современных комплексных составов показал, что имеется ряд недостатков. К основным из них относятся: высокий расход состава, низкая биозащитная или влагозащитная способность, высокая стоимость, необходимость применения дополнительных покрытий.

В результате исследований, проведенных в МГСУ профессором Покровской Е.Н. было установлено, что фосфорорганические соединения, являющиеся эффективными антипиренами и биоцидами, способны поверхностно модифицировать древесину в “мягких” условиях. Это позволило предположить, что возможно создание такого пропиточного состава на основе фосфор- и кремнийорганических соединений, с учетом прохождения химического взаимодействия между ними и поверхностным слоем древесины, который будет обладать длительным комплексным защитным эффектом.

На основании проведенного анализа способности различных классов фосфор-, кремнийорганических соединений вступать в химическое взаимодействие с поверхностным слоем древесины был произведен выбор компонентов для разработки огнебиозащитного состава (табл. 1).

Таблица 1

Компоненты разрабатываемых пропиточных составов

Наименование компонента	Общая формула	Интервал конц., % масс.	Растворитель
Антипирен, фунгицид	алкилфосфит $C_nH_{2n+1}PO_3$, где $n=1\div 3$	0 – 40	Вода
Гидрофобизатор	олигоорганосилоксаны: [C ₂ H ₅ SiHO] _n – полиэтилгидридсилоксан; [(CH ₃) ₂ SiO] _n – полидиметилсилоксан; [CH ₃ C ₆ H ₅ SiO] _n – полиметилфенилсилоксан; [CH ₃ CF ₃ C ₂ H ₄ SiO] _n – полиметилтрифторпропилсилоксан	5	Гексан

Методом «керамической трубы» (ГОСТ Р 53292–2009) исследована способность составов на основе эфиров фосфористой кислоты и олигоорганосилоксанов повышать огнезащитность древесины в зависимости от строения олигоорганосилоксана, концентраций компонентов и расходов готовых растворов.

Параметры нанесения для кремнийорганических соединений были выбраны на основании анализа работ по поверхностной модификации древесины. Оптимальная концентрация КОС в растворе гексана – 5%. Раствор наносится в один слой с расходом 100 г/м².

В результате установлено, что II группа огнезащитной эффективности достигается для концентраций ДМФ 10, 20 и 40% при расходах готового раствора 500, 300 и 200 г/м² соответственно. I группа достигается при концентрации 20 и 40% и расходах готового раствора 700 и 400 г/м² соответственно. Из комплексных составов наибольшим огнезащитным эффектом обладает рецептура на основе диметилфосфита и полиэтилгидридсилоксана. Потеря массы – 9%, что соответствует I группе огнезащитной эффективности.

Были проведены исследования пожароопасных свойств древесины.

В таблице 2 представлены результаты экспериментального определения следующих пожарнотехнических характеристик древесины: воспламеняемость (В), распространение пламени по поверхности (ИРП), дымообразующая способность (Д).

Таблица 2

Экспериментальные значения показателей пожарной опасности древесины в присутствии фосфор-, кремнийорганических соединений

Состав	Распространение пламени			Дымообразующая способность		Воспламеняемость		
	<i>l</i> , мм	<i>V</i> _{РП} , мм/с	<i>I</i>	<i>D</i> _м , м ² /кг	Группа	<i>q</i> _{ср} , кВт/м ²	<i>τ</i> , с	Группа
Древесина	300	3,12	60	1005	Д3	12,5	15	В3
Древесина+ДМФ	60	0,09	3,7	326	Д2	20	90	В2
Древесина+ ДМФ + ПЭГС	45	0,09	1,2	294	Д2	20	80	В2
Древесина+ ДМФ + ПМС	50	0,11	3,3	302	Д2	20	70	В2
Древесина+ ДМФ + ПФМС	50	0,11	3,3	312	Д2	20	65	В2
Древесина+ ДМФ + ПМТФПС	55	0,11	3,5	308	Д2	20	70	В2

В результате показано, что в присутствии пропиточных составов древесина переходит из группы материалов быстро распространяющих пламя (*I* > 20) в группу медленно распространяющих. За счет интенсивного коксообразования распространение практически прекращается. По дымообразующей

способности материал переходит из группы Д3 (материалы с высокой дымообразующей способностью) в группу Д2 (материалы с умеренной дымообразующей способностью). По воспламеняемости материал переходит из группы В3 (легковоспламеняемые) в группу В2 (умеренновоспламеняемые). При этом время до воспламенения образца также увеличивается с 15 до 65–90 с в зависимости от вида КОС.

В результате исследования токсичности продуктов сгорания древесины было установлено, что в присутствии разработанных пропиточных составов токсичность продуктов горения (на основании концентрации СО) несколько увеличивается. При этом группа материала по токсичности по ГОСТ 12.1.044–89 продуктов горения не изменяется – Т3 (высокоопасные материалы). Для древесины в присутствии разработанных составов характерно увеличение времени достижения максимальных концентраций СО и СО₂ на 8–10 мин.

В результате проведенных исследований, в качестве основы для разрабатываемого состава была выбрана огнезащитная композиция на основе диметилфосфита и полиэтилгидридсилоксана. На ее основе было разработан состав «Фоккос», на который были выпущены технические условия (ТУ-2345-001-08571133-2009) и отчет по классификационным испытаниям с подтверждением I группы огнезащитной эффективности, а также проведено опытное внедрение на ряде объектов огнезащиты. Сравнение состава «Фоккос» с современными составами с комплексным огнебиовлагозащитным эффектом показало, что разработанный состав является эффективным и по ряду характеристик превосходит современные антипирены с заявленным комплексным эффектом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Покровская Е.Н. Химико-физические основы увеличения долговечности древесины / Е.Н. Покровская. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 104 с.
2. Покровская Е.Н. Сохранение памятников деревянного зодчества с помощью элементоорганических соединений / Е.Н. Покровская. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 136 с.

УДК 630.815

ВЛИЯНИЕ СТАРЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА ДРЕВЕСИНЫ

Е.Н. Покровская,

д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО МГСУ, г. Москва, РФ
elenapokrovskaya@bk.ru

Рассмотрены вопросы физико-химического старения древесины, изменения её химического состава и влияния изменений на пожароопасные свойства древесины.

Изучение старения древесины является актуальной задачей науки и практики использования древесных материалов. Старение древесины – процесс, связанный с долговечностью изделий и конструкций из древесины, сохранностью памятников деревянного зодчества.

Основным химическим компонентом древесины является целлюлоза, которая составляет структурную основу растительных клеток. Целлюлоза связана водородными связями с макромолекулами лигнина, образуя лигноуглеводный комплекс (ЛУК). ЛУК твердолиственных пород составляет до 80% от массы полимерного композита древесины. Кроме ЛУК в древесине присутствуют полиозы (пентозаны, гексозаны), содержание которых невелико (15–20 %).

Физико-химические процессы старения состоят в изменении структуры и химического состава композита.

Изменение содержания компонентов древесины изучалось методами химического анализа [1]. Исследование проводилось на образцах древесины сосны, взятых с внутренних интерьеров исторических памятников, а также наружных конструкций. Также изучались образцы древесины дуба свайных фундаментов, находящихся в контакте с грунтами. Время эксплуатации исследуемой древесины составляло до 500 лет. Для внутренних конструкций изменение содержания лигнина в древесине стены, в течение 500 лет, не более 5,4 %, содержание целлюлозы изменилось на 3–7 %. В наружных конструкциях содержание целлюлозы уменьшается на 9–10 %. При контакте с грунтами содержание целлюлозы значительно изменяется (10–20 %). Но при этом происходит кальцинирование ЛУК, что обеспечивает сохранение прочности [2]. Через 500 лет в образцах древесины осталось всего 0,52 % пентозанов.

Изучение ИК-спектров образцов древесины памятников деревянного зодчества 1493, 1600, 1699, 1790, 1890, 1876, 1700, 1756 гг. и свежесрубленной древесины показало, что все спектры идентичны. Это свидетельствует об отсутствии химических изменений в древесинном веществе во времени, происходит лишь количественное изменение составляющих, наиболее значительные изменения во времени характерны для пентозанов. Образцы с наименьшим содержанием пентозанов содержат и меньшее ко-

личество целлюлозы. Изменение содержания целлюлозы во времени не прямолинейно, а скорее представляет кривую с max и min.

Совмещенные спектры всех изученных образцов древесины памятников практически идентичны. Это свидетельствует об устойчивости ЛУК во времени, в условиях отсутствия постоянного действия влаги и биоразрушителей.

Смоделировать старение полимерного композита можно, изучая термическое разрушение образцов древесины со временем эксплуатации до 500 лет. Термическое разрушение древесины указанных образцов исследовалось с помощью термоаналитического комплекса «DuPont – 9900» в интервале температур $25 \div 500$ °С в токе воздуха, $425 \div 700$ °С в токе азота. Скорость нагревания 20 °С/мин.

На основании данных о терморазложении древесины определены кинетические параметры: энергия активации и $\log Z$ – величина, пропорциональная энтропии активации, порядок реакции. Зависимость кинетических параметров от времени эксплуатации древесины показана на рис. 2.

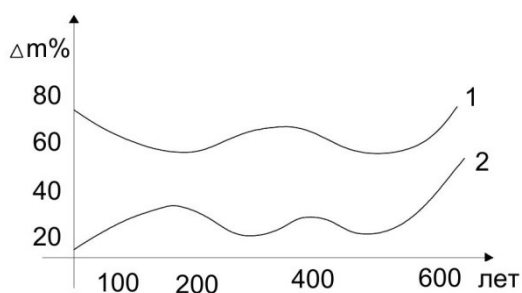


Рис. 1. Зависимость потери массы при термическом анализе от возраста древесины: кривая 1 – потеря массы образцов в интервале 150–400 °С; кривая 2 – потеря массы образцов в интервале 400–500 °С

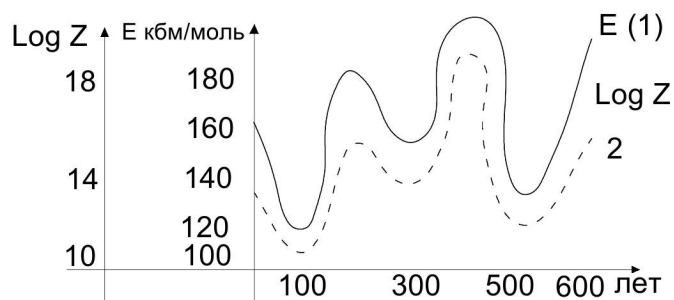


Рис. 2. Зависимость кинетических параметров терморазложения древесины от времени эксплуатации: 1 – энергия активации кДж/моль; 2 – $\log Z$

Как видно из рис. 1 и 2 все изученные параметры терморазложения древесины в зависимости от времени эксплуатации имеют циклический характер. Эффективная энергия активации терморазложения имеет максимумы в области 200 и 400 лет эксплуатации и минимумы в области 100, 300 и 500 лет эксплуатации древесины. В точке 200 лет энтропия активации изменяется на два порядка, в точке максимума 400 лет – на пять порядков. Это свидетельствует о значительном изменении доступности компонентов древесины к окислительным и другим химическим процессам в этих условиях. Минимумы энергетических барьеров этих реакций рис. 2 (кривая 1) также соответствуют 200 и 400 лет эксплуатации.

Проведенные количественные определения кинетических параметров древесины в условиях термоокислительного разложения свидетельствует об уязвимости древесины к разложению в первые 100–200 лет эксплуатации.

В первые годы эксплуатации древесина содержит большое количество гемицеллюлоз, которые при нагревании или с течением времени могут превращаться в низкомолекулярные вещества. Энергетический барьер этих реакций окислительно невысок.

Низкомолекулярные продукты разрушения гемицеллюлоз постепенно удаляются с поверхности при вымывании и т.д. Поверхность древесины со временем обогащается устойчивой к разрушению целлюлозой. В одинаковых условиях целлюлоза гидролизует в 150–200 раз медленнее, чем гемицеллюлозы [3, 4].

В этот период эксплуатации древесины значительно возрастает энергия активации и энтропия активации рис. 2. Любые химические процессы в том числе и терморазрушение затрудняются. После разрушения целлюлозы начинают разрушаться гемицеллюлозы и процесс повторяется снова.

Это обуславливает цикличность изменения всех характеристик и параметров реакций древесины в зависимости от времени эксплуатации. Ранее было показано, что по такому же циклическому закону изменяется плотность древесины, микротвердость и содержание легкогидролизуемых компонентов 2. Шаг кривых изменения свойств древесины в зависимости от времени составляет ≈ 200 лет.

Полученные данные по терморазложению древесины показывают что: наиболее легко подвергается терморазложению древесина в первые 50–100 лет эксплуатации и через 300 лет. Наиболее пожароопасны конструкции и изделия из древесины также в первые 50–100 лет эксплуатации и через 300 лет.

Данные по терморазложению древесины в зависимости от времени эксплуатации на протяжении 500 лет получены впервые. Полученные закономерности особенно важны для работ по сохранности памятников деревянного зодчества. Обоснованная экстраполяция полученных данных на процессы, связанные с естественным старением древесины памятников показывает, что наибольшего внимания к биологическим, химическим и другим видам разрушения требуют памятники через 100 и 300 и 500 лет

эксплуатации. В это время энергетические барьеры разрушения древесины, как показали наши исследования, минимальны.

На рис. 3 показано разрушение древесины при уменьшении содержания целлюлозы (а) и в результате биокоррозии.

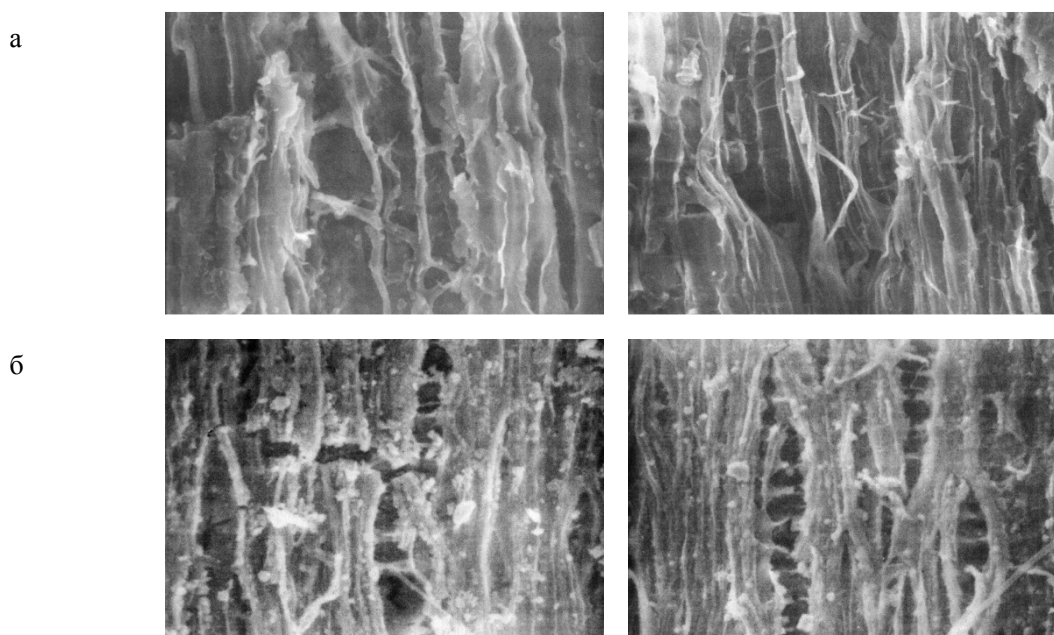


Рис. 3. Разрушение и деформация волокон древесины (а), биокоррозия древесины (б)

Таким образом, разрушение древесины происходит при изменении ЛУК, содержание целлюлозы уменьшается на 9 % и более, а также, при действии биоразрушителей, которые являются катализатором этого процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая. – М.: Экология, 1991.
2. Покровская Е.Н. Химические превращения древесины при длительном контакте с грунтами / Е.Н. Покровская, Г.Н. Кононов, И.Н. Чистов // Лесной журнал. – 2009. – №6. – С. 88–95.
3. Шарков В.И. Гидролизные производства / В.И. Шарков. – М., 1945. – С. 179–182.
4. Термическая устойчивость древесины различной длительности эксплуатации / Е.Н. Покровская, И.И. Пищик, Н.В. Смирнов, Ю.К. Нагановский // Строительные материалы. – 2001. – №9. – С. 34–35.

УДК 630.811:674.032,16(477)

ПЛОТНОСТЬ ДРЕВСИНЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

В.П. Рябчук,

докт. с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса, Национальный лесотехнический университет Украины (НЛТУ Украины), г. Львов, Украина
botforest@ukr.net

Т.В. Юскевич,

канд. с.-х. наук, доц. каф. ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса НЛТУ Украины, г. Львов, Украина
Yuskevich_Taras@ukr.net

В статье рассматривается плотность и пористость древесины интродуцированных видов сосны (с. Банкса, с. Веймутова, с. жесткой с. черной), произрастающих в лесных насаждениях Западного региона Украины.

Показатель плотности относится к основным характеристикам древесины. Весомое преимущество плотности как показателя качества древесины является ее универсальность. В этом отношении плотность имеет преимущества над другими показателями: ширина годового слоя и процент поздней древесины. Плотность древесины, как показатель качества древесного сырья, имеет ряд преимуществ перед всеми приведенными характеристиками. На основе показателя плотности можно рассчитать содержание сухого вещества в древесном сырье и определить, частично, весовую производительность

древостоев, которая в некоторых случаях может быть более существенным показателем, чем объемная производительность [4, 5].

Показатель плотности отражает основные физические свойства древесины, а также дает четкое представление о ее механических показателях. В целлюлозном производстве плотность древесного сырья определяет важный экономический показатель – выход целлюлозы, а также позволяет прогнозировать свойства и качества бумаги и древесностружечных плит. Поэтому, показатель плотности древесины используют для нормирования затрат использования сырья в целлюлозно-бумажной промышленности.

Таким образом, на основе приведенных данных, с достаточным обоснованием, можно утверждать, что показатель плотности древесины является важной качественной характеристикой не только древесного сырья, но и уже готового материала.

В тоже время плотность древесины интродуцированных видов сосны изучена недостаточно в условиях Украины. Поэтому нашими исследованиями планировалось изучение плотности древесины интродуцентов, произрастающих в лесных массивах Западного региона Украины. Для изучения плотности древесины интродуцированных видов, в частности *Pinus banksiana* Lamb., *Pinus strobus* L., *Pinus rigida* Mill. и *Pinus nigra* Arn., нами были отобраны модельные экземпляры данных видов в припевающих лесных древостоях на территории Львовской области. Из отобранных модельных деревьев были изготовлены образцы древесины для проведения исследований по изучению физико-механических свойств древесины. Отбор модельных деревьев, изготовление образцов древесины и сами исследования проводились согласно установленным требованиям действующих стандартов.

Известно, что плотность древесины связана с ее пористостью. Поэтому, был осуществлен расчет пористости [1]. Результаты проведенных исследований по изучению плотности и пористости древесины приведены в табл. 1.

Усредненные данные плотности и пористости древесины приведены в табл. 2.

Таблица 1

Плотность и пористость древесины интродуцированных видов сосны за частями ствола

Вид сосны	Часть ствола	Плотность, кг*м ⁻³										Объемная пористость дрв., %	
		при влажности				парциальная		базисная		абс.сух. дрв.			
		комн.		12		забол.	ядро	забол.	ядро	забол.	ядро	забол.	ядро
		забол.	ядро	забол.	ядро								
С. Банкса	Комель	595	520	598	525	536	472	492	435	570	492	62,8	67,8
	Средина	546	505	550	508	494	456	459	417	526	473	65,6	69,0
	Верх	515	438	519	442	465	397	428	372	495	409	67,6	73,2
Среднее		552	488	556	492	499	441	460	408	530	458	65,4	70,0
С. Веймутова	Комель	400	451	408	461	367	416	340	384	381	435	75,1	72,0
	Средина	417	426	426	435	384	391	354	366	401	408	73,8	73,4
	Верх	453	423	461	432	414	390	380	365	433	406	71,7	73,5
Среднее		424	433	431	442	388	399	358	372	405	416	73,5	72,9
С. жесткая	Комель	564	639	571	645	515	581	470	533	548	610	64,2	60,1
	Средина	492	536	498	541	447	486	407	455	468	511	69,4	66,5
	Верх	496	546	501	551	450	495	414	457	469	515	69,3	66,4
Среднее		517	574	523	579	471	521	430	481	495	545	67,6	64,3
С. черная	Комель	632	692	638	701	575	637	505	582	613	667	59,9	56,4
	Средина	565	568	572	575	514	518	461	481	543	545	64,5	64,4
	Верх	532	497	537	502	483	451	440	417	505	471	67,0	69,2
Среднее		576	586	582	593	524	535	469	493	554	561	63,8	63,3

Таблица 2

Усредненные данные плотности и пористости древесины интродуцированных видов сосны

Вид сосны	Часть ствола	Плотность, кг*м ⁻³						Объемная пористость дрв., %
		при влажности		парциальная	базисная	абс.сух. дрв.		
		комн.	12					
С. Банкса	Комель	558	562	504	464	531	65,3	
	Средина	525	529	475	438	500	67,2	
	Верх	477	481	431	400	452	70,4	
Среднее		520	524	470	434	494	67,6	
С. Веймутова	Комель	425	434	391	362	408	73,5	
	Средина	422	430	387	360	404	73,6	
	Верх	438	446	402	372	419	72,6	
Среднее		428	437	394	365	410	73,2	
С. жесткая	Комель	601	608	548	501	579	62,2	
	Средина	514	519	467	431	490	68,0	
	Верх	521	526	472	436	492	67,8	
Среднее		546	551	496	456	520	66,0	
С. черная	Комель	662	669	606	544	640	58,2	
	Средина	567	575	520	474	544	64,4	

	Верх	514	520	467	428	488	68,1
Среднее		581	588	531	482	557	63,6

Исходя из данных, приведенных в табл. 2, по плотности древесины исследуемые виды разместились в следующем порядке: сосна Банка – 524 кг·м⁻³; сосна Веймутова – 437 кг·м⁻³; сосна жесткая – 551 кг·м⁻³; сосна черная – 588 кг·м⁻³.

Исследования ученых (А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев, 1989), занимавшихся изучением плотности и пористости древесины на территории Украины, указывают, что для сосны обыкновенной этот показатель составляет 439–504 кг·м⁻³. За данными тех же исследователей плотность древесины сосны Банка и сосны жесткой в Смоленской и Орловской областях, соответственно, составляет 475 и 495 кг·м⁻³. Плотность древесины сосны крымской из Крыма составляет 644 кг·м⁻³; сосны черной с Кавказа – 634 кг·м⁻³ [1, 2, 5]. Согласно данным европейских норм (данные с EN 350-2) плотность древесины при влажности 12 % сосны Веймутова составляет 400 кг·м⁻³ (340–510 кг·м⁻³), древесины сосны черной – 470 кг·м⁻³ (400–600 кг·м⁻³), древесины сосны обыкновенной – 520 кг·м⁻³ (330–890 кг·м⁻³) [3].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что древесина сосны крымской и сосны черной имеет более высокую плотность, чем древесина сосны Банка и сосны Веймутова. Вероятно, причиной относительно низкой плотности древесины сосны Веймутова заключается в особенностях строения кроны дерева, а также в процессе очистки ствола от сучьев. Как утверждают ученые, породы с активно протекающими процессами очистки ствола от сучьев, имеют значительный градиент плотности древесины вдоль ствола. В тоже время, породы с замедленным процессом очистки от сучьев, формируют ствол с более равномерным распределением плотности. Исходя из этого, близость кроны обеспечивает более интенсивное образование ранней древесины годичного слоя. В тоже время зона поздней древесины в этом же направлении сужается почти до полного исчезновения, что влечет за собою уменьшение значения показателя плотности древесины [5].

Установлено, что плотность древесины различных видов сосны с увеличением высоты ствола уменьшается. Особенно четко выражена данная закономерность между комлевой древесиной и средней частью ствола.

Таким образом, исходя из результатов проведенных исследований по изучению плотности древесины интродуцированных видов сосны, древесину данных видов можно использовать наряду с древесиной сосны обыкновенной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Божок О.П. Древинаознавство с основами лісового товарознавства / О.П. Божок, І.С. Вінтонів. – Київ: НМК ВО, 1992. – 320 с.
2. Боровиков А.М. Справочник по древесине / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 296 с.
3. Вінтонів І.С. Древинаознавство / І.С. Вінтонів, І.М. Сопушинський, А. Тайшінгер. – Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2005. – 256 с.
4. Перельгин Л.М. Строение древесины / Л.М. Перельгин. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 200 с.
5. Полубояринов О.И. Плотность древесины / О.И. Полубояринов. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 160 с.
6. Уголев Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов / Б.Н. Уголев. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 251 с.

УДК 630.812.73

ОБЪЕМНАЯ ТВЕРДОСТЬ КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ НЕКОТОРЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

А.П. Комиссаров,

д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

В.В. Савина,

ст. преподаватель, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

Vik_savina@bk.ru

Е.Р. Самаркин,

студент гр.МТД-45 ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

В статье дается определение необходимости введения понятия объемная твердость древесины как физической величины, позволяющей характеризовать ее состояние в процессах тепловой обработки. На базе понятия объемной твердости дано определение жесткости как безразмерной величины, выражающейся отношением объемной твердости к плотности древесины.

В современных условиях производства различных изделий и материалов из древесины значительно повышаются требования к качеству выпускаемой продукции. При этом необходимо изыскивать новые пути оптимизации технологических процессов.

Одной из наиболее актуальных задач является совершенствование системы управления параметрами тепловой обработки древесины. Сушка пиломатериалов, прогрев фанерного сырья перед лущением, автоклавная пластификация – все это в значительной мере предопределяет качество получаемой продукции и эффективность работы предприятия.

Разработанная Б.С. Чудиновым теория тепловой обработки древесины позволяет решить многие задачи технологического характера [1], но существует необходимость повышения точности расчетов по расходу тепловой энергии на данные операции и для оперативного контроля состояния древесины.

Пока можно утверждать, что точность расчетов по теплообменным процессам не слишком высока и находится в пределах до $\pm 15\%$. Столь значительный диапазон изменчивости обусловлен неоднородностью физико-механических показателей древесины, которая зависит от многочисленных и часто не поддающихся контролю факторов.

Расчеты по определению потребления тепловой энергии на обработку древесины связаны с ее теплофизическими свойствами, которые опосредованно выражены коэффициентами теплоемкости (C), теплопроводности (λ) и температуропроводности (a). Значения коэффициентов λ и a принимаются с учетом направления теплового потока, доли поздней древесины в общей массе, наличия сердцевинных лучей. В связи с неопределенностью и сложностью количественной оценки этих факторов установить величины тепловых коэффициентов с высокой степенью точности часто не удается или даже невозможно. Если изменения физико-механических свойств при тепловой обработке древесины выразить через некую адекватную средневзвешенную величину, то все возникающие проявления будут учтены в совокупности. По нашему мнению, этой величиной может быть критерий жесткости древесины, который определяется из выражения:

$$K_{жс} = \frac{\sigma}{\gamma}, \quad (1)$$

где $K_{жс}$ — безразмерная величина жесткости;
 σ — объемная твердость древесины, кН/м^3 ;
 γ — плотность древесины, кН/м^3 .

Выбор такого подхода подтверждается следующим.

По исследованиям Волынского В.Н. [2] очень тесная взаимосвязь наблюдается между твердостью и плотностью древесины любых пород (коэффициент корреляции до 0,954). Это дает возможность сократить изменчивость коэффициента $K_{жс}$ по твердости и плотности до $\pm 5\%$.

Поскольку на практике разрезов, абсолютно ориентированных по направлению волокон древесины, не существует, то нет и необходимости учитывать разные направления воздействия теплового потока на обработанный материал. Тем не менее, при решении задач по тепловым процессам исследователи зачастую сталкиваются с большим числом переменных факторов, в результате чего оказывается невозможно вскрыть закономерности того или иного теплообменного явления.

Как известно, в теории теплопередачи применяют безразмерные теплофизические комплексы, называемые критериями теплового подобия. Эти критерии могут быть применены и для математического описания процессов гидротермической обработки.

В этом случае теплообменный критерий Фурье F_0 выражается формулой:

$$F_0 = \frac{a\tau}{R^2}. \quad (2)$$

Он определяет связь между скоростью изменения температурного поля в твердом теле, его физическими характеристиками и размерами.

Другим равноценным критерием, полученным в данной работе, является показатель жесткости древесины (1), который связан с ее физическими характеристиками.

Объемная твердость древесины определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{3p}{\pi R^3}, \quad (3)$$

где p — сила, действующая на образец при определении объемной твердости, кН .

Этот критерий также может быть применен для определения степени сопротивления древесины тепловому воздействию. В окончательном виде критерий жесткости выражается формулой:

$$K_{жс} = \frac{3p}{\gamma\pi R^3}, \quad (4)$$

Отсюда следует, что критерии F_0 и $K_{жс}$ по своим физическим характеристикам адекватны. Это позволяет решить некоторые задачи, связанные с расчетом тепловых процессов гидротермической обработки и определением тепловых коэффициентов для древесных материалов. После преобразования тождественного выражения критериев выявляется формула определения коэффициента температуропроводности a

$$\frac{a\tau}{R^2} = \frac{3p}{\gamma\pi R^3}, \quad a = \frac{3p}{\tau\gamma\pi R} \text{ [м}^2\text{/ч]}. \quad (5)$$

На основании оценки жесткости древесины можно с достаточно высокой степенью точности определить коэффициент температуропроводности расчетным методом и, следовательно, назначить наиболее приемлемые для конкретных условий производства параметры технологического процесса тепловой обработки.

Исследования, проведенные при получении строганого шпона, показали, что пластические свойства древесины в результате ее прогрева от 0°C до 100°C существенно изменяются. При этом модуль упругости сокращается на величину 0,93 МПа, а именно, с 1,34 МПа до 0,41 МПа. Исходя из предположения, что эластичность будет изменяться по такой же закономерности, что и модуль упругости, примем соотношение:

$$T = \frac{\sigma K}{\gamma} \text{ [}^\circ\text{C]}, \quad (6)$$

где σ — объемная твердость древесины, кН/м³;

γ — плотность древесины, кН/м;

K — коэффициент перевода жесткости (показатель эластичности) древесины, $K = 9,3$.

Введенный в формулу коэффициент означает, что для уменьшения жесткости древесины на единицу на нее оказывается тепловое воздействие, эквивалентное давлению в 9,3 кН/см².

Пользуясь этой формулой, была составлена номограмма (рис.1) зависимости оптимальной температуры нагрева для некоторых пород древесины перед строганием (лущением) от ее жесткости. При этом плотность древесины определялась по формуле:

$$\rho_w = 0,957\rho_{12} \frac{100 + W}{100 + 0,6W} 9,81 \text{ [Н/м}^3\text{]}. \quad (7)$$

Благодаря введению нового понятия безразмерной величины жесткости и на основании проведенных исследований на древесине лиственницы, березы, ясеня составлены режимы гидротермической обработки брусьев в насыщенном паре при температуре 100°C для 12 пород древесины.

Пример определения оптимальной температуры для сосны показан стрелками и составляет 40°C. Под оптимальной температурой понимается температура, при которой эластичность периферийных и центральных зон имеет одинаковые значения и обеспечивает наиболее высокое качество строгания.

На рис. 1 приводится номограмма для определения коэффициента температуропроводности в зависимости от коэффициента жесткости древесины, ее влажности и температуры прогрева. Коэффициент температуропроводности является основным параметром, который используется при определении режима прогрева древесины.

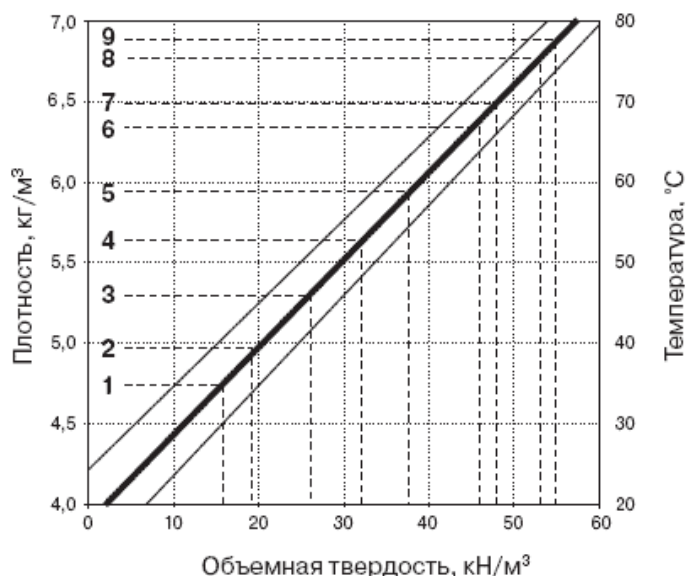


Рис. 1. Номограмма для определения оптимальной температуры нагрева на оси сортимента в зависимости от породы древесины: 1 — ель, кедр; 2 — липа; 3 — сосна, осина; 4 — ольха; 5 — береза; 6 — вяз; 7 — бук; 8 — дуб; 9 — ясень

Таким образом, при определенных параметрах тепловой обработки, в частности при оптимальной температуре для каждой породы, можно достичь увеличения скорости и снижения усилий строгания, что безусловно повышает качество механической обработки древесины.

ВЫВОДЫ

1. Исследования объемной твердости древесины позволили вскрыть закономерности разрушения древесины в процессе вдавливания в неё пуансона и определить истинный момент измерения величины нагрузки.
2. Проведенные исследования дают возможность на более высоком уровне проводить технологические режимы сушки пиломатериалов и режимы пропаривания сортиментов.
3. В результате проведенных исследований отбраковка пиломатериалов при сушке с 15% сократится до 6–8%, а при пропаривании до 4–5%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чудинов Б.С. Теория тепловой обработки древесины / Б.С. Чудинов. – М., 1968. –256 с.
2. Волынский В. Н. Взаимосвязь показателей чистой древесины / В.Н. Волынский. – 2-е изд. – Архангельск: АГТУ, 2005. – 178 с.

УДК 630.811:674.031.632.13(51)

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КСИЛЕМЫ СТВОЛА БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЛАНШАФТАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В.В. Стасова, канд. биол. наук, старший научн. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН
roman@akadem.ru

Л.Н. Скрипальщикова, с.н.с., доцент, к.б.н., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

А.И. Татаринцев, доцент, к.б.н., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

М.А. Пляшечник, м.н.с., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

А.А. Некрасова, ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ

Рассмотрены морфометрические характеристики ксилемы ствола березы повислой, произрастающей под влиянием выбросов алюминиевого производства и тепловых станций.

В связи с происходящим в последнее десятилетие ростом производства, использованием новых технологий, а так же из-за возросшего количества автотранспорта значительно увеличилось техногенное воздействие на биотические компоненты в городских и пригородных ландшафтах. Особое место в промышленных потоках занимает поступление техногенной пыли и тяжелых металлов (ТМ) в окружающую среду и их влияние на древесную растительность. Березовые насаждения Красноярской лесостепи, произрастающие по основному ветровому переносу выбросов алюминиевого производства и тепловых станций, работающих на бурых углях, можно отнести к многолетним техногенным резервуарам этих промышленных потоков. Цель настоящей работы заключалась в изучении морфометрических показателей

тканей стволов березы повислой *Betula pendula* Roth, продуцирующей в условиях многолетнего воздействия техногенных потоков. Исходя из поставленной цели, выполнялись следующие задачи:

1. Определение количественных показателей накопления техногенной пыли и содержания тяжелых металлов в листьях березы повислой;

2. Изучение влияния техногенных нагрузок на морфометрические характеристики тканей ствола: ширину годичных приростов ксилемы, частоту ксилемных лучей, частоту сосудов и размеры их поперечного сечения.

Исследования проводились на мониторинговых пробных площадях в березняках разнотравных, произрастающих на восточной окраине города Красноярска между Есаульским и Березовским борами в сравнении с фоновыми березовыми насаждениями Емельяновского и Юкеевского лесничеств, произрастающих соответственно в 40 и 100 км от города вне основного переноса промышленных выбросов. Нарушенные березняки V класса возраста, II-III классов бонитета, сомкнутостью крон 0,6–0,8. Березняки Емельяновского лесничества V класса возраста, II-III классов бонитета, сомкнутостью крон 0,7–0,8. Березовые сообщества Юкеевского лесничества порослевого происхождения, VI–VIII классов возраста с единично встречающейся в составе древостоя сосной и осинной.

В исследованиях были использованы стандартные лесотаксационные (Санитарные правила..., 1998), экологические методики и физико-химические методы. Аккумуляция пыли компонентами березовых насаждений изучалась по методике Ж. Детри (1973). Анализ образцов на содержание тяжелых металлов проводился на программно-аналитическом комплексе на основе портативного рентгенофлуоресцентного кристалл-дифракционного сканирующего спектрометра «СПЕКТРОСКАН – МАКС G» в отделе физико-химической биологии и биотехнологии древесных растений в ИЛ СО РАН. Прибор утвержден в качестве средства измерений Госстандартом РФ (Рентгенофлуоресцентный метод..., 2008). Измерения морфологических характеристик древесины проводили методом световой микроскопии на поперечных срезах кернов, взятых на высоте 1,3 м из стволов 5 модельных деревьев на каждой пробной площади (Стасова и др., 2011).

В результате исследований установлено, что в березняках разнотравных техногенные нагрузки в сравнении с исследованиями 1992 года (Скрипальщикова, 1997) возросли. В настоящее время березняки испытывают высокие техногенные нагрузки. На поверхности и внутри листьев аккумулируется техногенной пыли от 3–11 г/кг сух. массы. Концентрации тяжелых металлов варьируют в широких пределах. Среди исследуемых микроэлементов отмечены значительные валовые концентрации цинка. В почвах под березняками установлены следующие микроэлементы: никель, медь, цинк, свинец, кобальт, стронций, ванадий, хром, мышьяк, железо, марганец. Валовое содержание цинка и мышьяка превышает ОДК этих элементов в почве (Дополнение №1 к перечню ПДК и ОДК №6229-91).

В результате изучения морфометрических характеристик ксилемы ствола в связи с концентрацией тяжелых металлов на поверхности и внутри листового аппарата выявлены некоторые особенности. Так, ширина годичного прироста в целом проявляет тенденции к уменьшению при увеличении содержания стронция, никеля, цинка и хрома в листьях, причем наибольшее влияние оказывают цинк и хром.

Частота ксилемных лучей (количество лучей на 1 мм поперечного среза годичного слоя) – величина, в целом изменяющаяся незначительно. В то же время следует отметить выраженную тенденцию к уменьшению количества лучей с увеличением содержания в листьях ТМ, особенно никеля и хрома. Лучи играют роль транспортных путей при радиальном транспорте питательных веществ, а также роль хранилищ запасов углеводов в виде крахмала.

Количество сосудов на 1 мм² поперечного среза годичного слоя положительно коррелирует с содержанием цинка в листьях и отрицательно – с количеством никеля и хрома. Коэффициенты линейной корреляции небольшие, поэтому можно говорить лишь о тенденциях.

Повышение содержания ТМ в листьях отрицательно влияет на размеры сосудов. Найдено, что площадь поперечного сечения одиночных сосудов проявляет выраженную тенденцию к уменьшению при увеличении в листьях концентрации цинка, никеля и хрома.

Общее отложение пыли на листьях березы оказывает негативное влияние на формирование древесины только при высоких значениях пылевой нагрузки.

Известно, что избыток цинка вызывает подавление роста растений, синтеза хлорофилла, деградацию хлоропластов, нарушения в поглощении питательных элементов (Broadley et al., 2007). В нашем случае повышенная концентрация цинка в почве и листьях не являются предельными для такой толерантной породы, как береза. Тем не менее, наблюдаются изменения в количестве и структуре годичного прироста ксилемы ствола. Дальнейшее повышение концентраций ТМ в почве и атмосфере может привести к деградации этих насаждений, жизненное состояние которых в настоящее время является ослабленным.

Критические концентрации никеля в растениях варьируют в диапазоне 10–50 мг/кг сухой массы (Welch, 1995). Типичные симптомы интоксикации – хлороз между жилками листьев, подавление фотосинтеза, дыхания, роста, водного обмена (Битюцкий, 2011). В исследованных березняках содержание никеля на поверхности и внутри листьев достигает указанного диапазона критических концентраций.

Влияние этого элемента проявляется в снижении ширины годичных приростов ксилемы, уменьшении частоты сосудов и особенно площади их поперечных сечений.

По данным Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. (1989) избыточная или токсичная концентрация хрома в зрелых тканях листьев находится в диапазоне – 5–30 мг/кг сухой массы. Такая же концентрация определена в листьях березы повислой в нарушенных насаждениях Красноярской лесостепи. Ответная реакция на повышение концентрации хрома проявляется в уменьшении ширины годичных приростов древесины, некотором увеличении частоты сосудов при уменьшении их просветов.

Стронций довольно распространен в земной коре и значительно варьирует по содержанию в почве и в растениях. О токсичности стронция для растений немного сведений, и растения по толерантности к этому элементу сильно различаются (Кабата-Пендиас А., Пендиас Х., 1989, Кулагин, Шагиева, 2005). В нашей работе выявлено, что содержание стронция на поверхности листьев колеблется в пределах 7–300 мг/кг сухой массы, внутри – 15–800 мг/кг сухой массы. Влияние этого элемента отмечено только на размер просвета сосудов, уменьшающийся при увеличении концентрации стронция.

Таким образом, ослабленное состояние техногенно нарушенных березовых древостоев Красноярской лесостепи обусловлено многолетним накоплением пыли и тяжелых металлов. Внешние проявления ослабления сопровождаются изменениями количества и структуры прироста древесины в стволах деревьев. Влияние тяжелых металлов на ростовые процессы проявляется на уровне тенденций к снижению ширины годичных приростов ксилемы, изменению частоты ксилемных лучей, уменьшению размеров просветов сосудов. Таким образом, продуктивность деревьев и древостоев в целом снижается под действием загрязнения тяжелыми металлами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений / Н.П. Битюцкий. – СПб.: Из-во С.-Петербур. у-та, 2011. – 368 с.
2. Детри Ж. Атмосфера должна быть чистой / Ж Детри. – М.: Прогресс, 1973. – 380 с.
3. Дополнение №1 к перечню ПДК и ОДК №6229-91.
4. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
5. Кулагин А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
6. Рентгенофлуоресцентный метод анализа: методические указания к лабораторным работам / А.А. Комиссаренков, С.Б. Андреев / ГОУВПО СПб ГТУ РП. – СПб., 2008. – 36 с.
7. Санитарные правила в лесах Российской Федерации; введены 27.01.98. №1458. – М., 1998.
8. Скрипальщикова Л.Н. Пылеулавливающие свойства лесных экосистем в лесостепных районах Средней Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Скрипальщикова Л.Н. – Красноярск, 1997. – 19 с.
9. Строение и развитие тканей ствола *Betula pendula* (Betulaceae) в условиях антропогенного загрязнения / В.В. Стасова, Л.Н. Скрипальщикова, О.Н. Зубарева, А.И. Татаринцев // Растительные ресурсы.– 2011. – Выпуск 2. – Т. 47. – С. 66–75.
10. Broadley M.R., White P.J., Hammond J.P., Zelko I., Lux A. Zinc in plant // *New phytologist*. – 2007. – V.173. – P. 677–702.
11. Welch R.M. Micronutrient nutrition of plants // *Cri. Rev. Plant Sci*. – 1995. – Vol.14(1). – P.49–82.

УДК 630.811

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТА ПАМЯТИ ДРЕВЕСИНЫ

Б.Н. Уголев

д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ
ugolev@mgul.ac.ru

Г.А. Горбачева

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ
gorbacheva@mgul.ac.ru

С.Ю. Белковский

аспирант, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ
belkovskiy@ro.ru

В статье приведены результаты исследований, показывающие целесообразность применения показателей эффекта памяти формы полимеров для древесины.

Доминантным признаком умных материалов является «эффект памяти формы». Этот эффект заключается в том, что упомянутые материалы после принудительного изменения формы способны восстанавливать свою первоначальную форму в результате возвращения исходного физического состоя-

ния. Этот эффект наблюдается в сплавах металлов, керамике. В последнее время широкое распространение получили полимеры, обладающие эффектом памяти формы [2, 3, 7–9].

Для количественной характеристики эффекта памяти в полимерах используются два показателя [8]:

- R_r – доля обратимых деформаций, которая показывает способность материала запоминать постоянную форму и является мерой восстановления деформации, полученной в результате механического воздействия (programming).
- R_f – доля фиксированных (сет) деформаций, которая отражает способность фиксировать механическую деформацию и тем самым запоминать временную форму.

Доля обратимых деформаций R_r отражает степень восстановления исходной формы образца:

$$R_r = \frac{\varepsilon_m - \varepsilon_p}{\varepsilon_m}, \quad (1)$$

где ε_m – максимальная деформация, полученная в результате механического воздействия;

ε_p – необратимая пластическая деформация.

Доля фиксированных (сет) деформаций R_f определяется как отношение деформации, остающейся после снятия напряжений к величине максимальной деформации

$$R_f = \frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_m}, \quad (2)$$

где ε_u – деформация после снятия нагрузки.

В зависимости от назначения полимера регулируют диапазон изменения показателей R_r и R_f [9].

Комплексный биополимер – древесина является природным умным материалом, поскольку она обладает этим доминантным признаком [6]. В основе этого феномена лежат замороженные деформации. В древесине они были обнаружены экспериментально в начале 60-х годов прошлого века при сушке закрепленного образца [5]. Замороженные деформации образуются в результате временной перестройки наноструктуры древесины под управляющим воздействием нагрузки при увеличении жесткости древесины в процессах сушки или охлаждения. Замороженная деформация исчезает при увлажнении или нагревании.

На основании разработанного в 1971 г. Б.Н. Уголевым совместно с Ю.Г. Лапшиным интегрального закона деформирования древесины под нагрузкой при изменении влажности и температуры [4, 11] была предложена модель гигро(термо)-механических деформаций древесины, учитывающая образование квази-остаточных замороженных деформаций и позволяющая описать различные проявления эффекта памяти древесины [6, 10].

Схема (рис. 1) показывает поведение древесины при переходе от влажного состояния к сухому и наоборот. Например, увлажнение (4-0) и нагружение (0-2) приводит к образованию общей деформации $\varepsilon_{evc1} = \varepsilon_{evp1}$ (0-2'), включающей упруго-эластические деформации ε_{ev1} (0-1) и деформации ползучести ε_{c1} (1-2). При сушке под нагрузкой (2-10) эта деформация сохраняется неизменной, хотя жесткость древесины увеличивается. При разгрузке сухой древесины упруго-эластические деформации ε_{ev2} возвращаются (10'-11). Сет (4-11) включает замороженную деформацию ε_f (4-9) и остаточную деформацию ε_r , которая равна ползучести влажной древесины ε_{c1} , т.е. пластической деформации ε_{p1} .

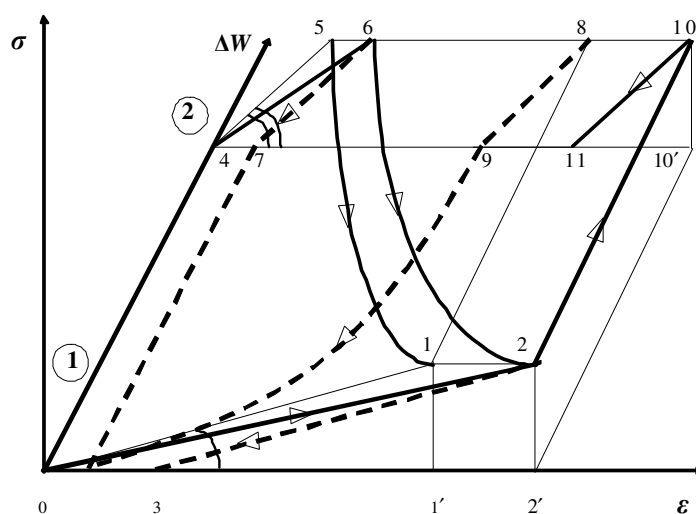


Рис. 1. Изменения упругих, эластических и пластических деформаций древесины при сушке и увлажнении

Как следует из схемы (см. рис. 1) замороженная деформация (отрезок 4-9) представляет собой разницу между упруго-эластическими деформациями древесины при начальной и конечной влажности (абсциссы точек 1 и 5).

$$\varepsilon_f = \varepsilon_{ev1} - \varepsilon_{ev2} \quad (3)$$

Используя положения модели гигро(термо)-механических деформаций древесины, можно получить выражения для расчета показателей эффекта памяти формы при однократном изменении температуры или влажности нагруженной древесины. Величина доли обратимых деформаций R_r определяется следующим образом:

$$R_r = \frac{\varepsilon_{evp} - \varepsilon_p}{\varepsilon_{evp}}, \quad (4)$$

где ε_{evp} – величина общей гигро(термо)-механической деформации;

ε_p – остаточные пластические деформации $\varepsilon_r = \varepsilon_c = \varepsilon_p$.

Доля фиксированных (сет) деформаций R_f вычисляется по формуле:

$$R_f = \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_{evp}} = \frac{\varepsilon_f + \varepsilon_p}{\varepsilon_{evp}}. \quad (5)$$

Замороженные деформации являются носителями эффекта памяти древесины.

Величина замороженной деформации определяется через показатели эффекта памяти следующим образом:

$$\varepsilon_f = \varepsilon_{evp}(R_r + R_f - 1). \quad (6)$$

На рис. 2 показана схема взаимосвязи показателей эффекта памяти формы для полимеров и для древесины. Отрезок 0-1 – медленное нагружение при θ_1 , образуются все три вида деформаций; 1-1 – охлаждение при $\sigma = \text{const}$ до θ_2 ; 1-2 – разгрузка при θ_2 ; 2-3 – нагревание при $\sigma = 0$.

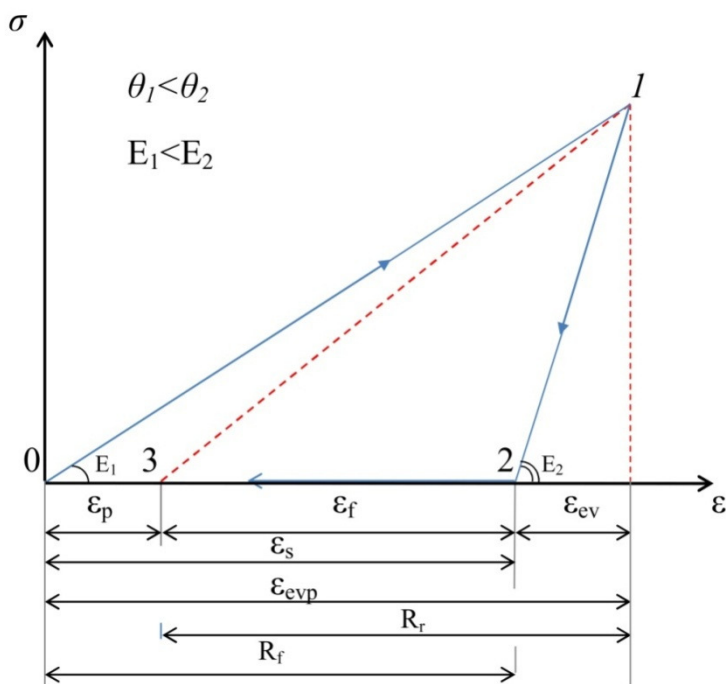


Рис. 2. Показатели эффекта памяти формы полимеров, характеризующие деформационные превращения древесины

Ранее были проведены исследования эффекта памяти древесины при охлаждении нагруженной древесины при испытаниях на изгиб на образцах из древесины березы, а также на изогнутых образцах лущеного и строганого шпона [1]. Данная методика была использована для экспериментальных исследований эффекта памяти древесины на изогнутых образцах шпона при изменении температуры и влажности. Были использованы образцы строганого, лущеного и файн-лайн шпона из древесины березы, бука, сосны и обече. Температура изменялась в пределах 0–100 °С, влажность 0–150 %.

Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние древесной породы и вида шпона на показатели эффекта памяти при изменении температуры

Показатели эффекта памяти древесины	Статистические показатели	Порода, вид шпона		
		Сосна, строганый	Бук, строганый	Обече, файн-лайн
R_r^t вдоль волокон	\bar{x}	0,9244	0,9729	0,5721
	$\pm s$	0,0844	0,0137	0,0509
	$v; \%$	9,2	1,4	8,8
R_r^t поперек волокон	\bar{x}	0,5438	0,7824	0,4331
	$\pm s$	0,1766	0,0170	0,1670
	$v; \%$	32	2,1	38
R_f^t вдоль волокон	\bar{x}	0,5776	0,5044	0,8055
	$\pm s$	0,0624	0,0640	0,11
	$v; \%$	10,8	12,6	13,5
R_f^t поперек волокон	\bar{x}	0,7180	0,7793	0,7011
	$\pm s$	0,1720	0,1854	0,0374
	$v; \%$	23,4	23,3	5,3

Сравнительная оценка показателей R_r^t и R_f^t при изменении температуры и влажности показана на рис. 3 и рис. 4.

Полученные данные свидетельствуют, что показатели R_r^t , отражающие способность древесины восстанавливать исходную форму при изменении температуры, в направлении вдоль волокон для образцов строганого шпона из сосны и бука имеют довольно высокие значения (0,9244–0,9729). При изменении влажности для всех видов шпона отмечены также высокие значения R_r^w (0,789–0,948). В направлении поперек волокон показатели R_r^t и R_r^w ниже, что объясняется особенностями технологии изготовления шпона (наличие лушильных, сушильных трещин, клеевых швов). В реконструированном шпоне способность запоминать исходную (постоянную) форму проявляется в меньшей мере. Низкие значения показателей R_f^t шпона файн-лайн обусловлены многостадийной предшествующей технологической обработкой, наличием клеевых соединений.

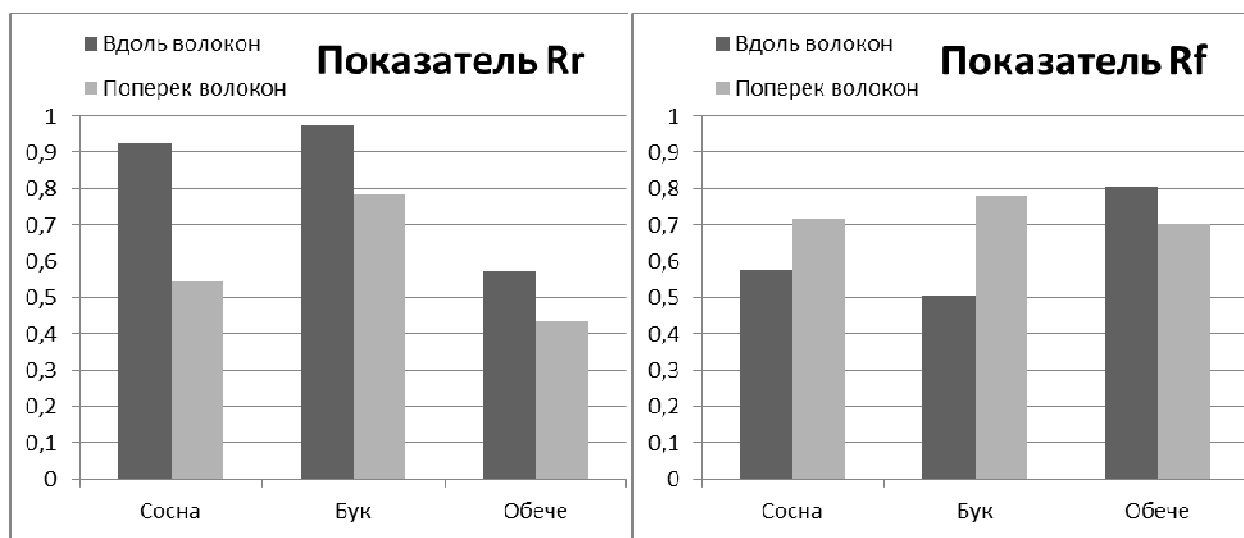


Рис. 3. Средние значения показателей R_r^t и R_f^t

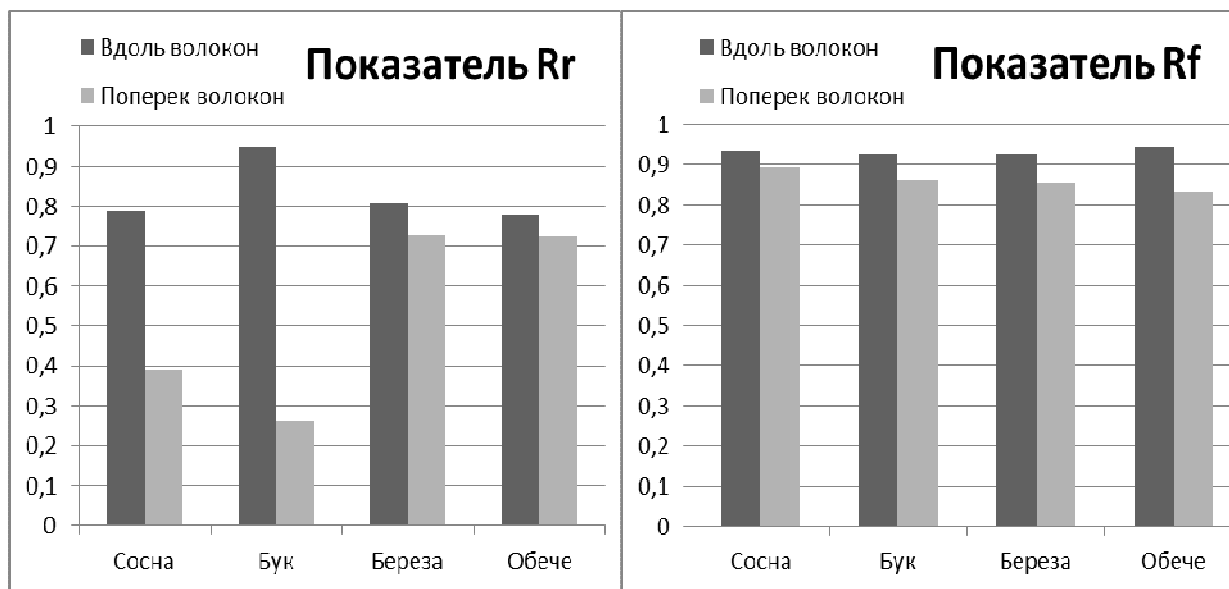


Рис. 4. Средние значения показателей R_r^w и R_f^w

Показатели R_f^w , характеризующие способность запоминать временную форму, в направлении вдоль волокон и поперек для всех пород и видов шпона имеют также высокие значения (0,923–0,943 и 0,833–0,8927, соответственно). При изменении температуры показатели R_f^t несколько ниже.

Таким образом, проведенные исследования показывают целесообразность определения количественных характеристик эффекта памяти формы для сравнительной оценки эффекта памяти натуральной древесины и перспективных древесных нанокompозитов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбачева Г.А. Деформационные превращения древесины при изменении нагрузки, влажности и температуры: дис. ... канд. техн. наук / Горбачева Г.А.; МГУЛ. – М., 2004. – 198 с.
2. Каюмов Р.А. Прогнозирование деформации во времени полимерных материалов с памятью формы при различной температуре / Р.А. Каюмов, Д.Е. Страхов // Известия КазГАСУ. – 2011. – № 2 (16). – С. 196–199.
3. Полимер с памятью в четыре формы <http://www.nature.com/nature/journal/v464/n7286/full/nature08863.html>.
4. Уголев Б.Н. Контроль напряжений при сушке древесины / Б.Н. Уголев, Ю.Г. Лапшин, Е.В. Кротов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 208 с.
5. Уголев Б.Н. Метод исследования реологических свойств древесины при переменной влажности / Б.Н. Уголев // Заводская лаборатория. – 1961. – №27:2. – С.199–203.
6. Уголев Б.Н. Нанотехнологии и наноматериалы в лесном комплексе: монография / Б.Н. Уголев. – М.:ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2011. – 221 с.
7. Hiltz J. A.. Shape Memory Polymers. Literature Review. Technical Memorandum DRDC Atlantic TM 2002-127 August 2002.
8. Lendlein A., Kelch S. Shape-Memory Polymers. Reviews. Angew. Chem. Int. Ed. 2002, 41, 2034 – 2057.
9. Schuh C., Schuh K., Lechmann M. C., L. Garnier, Kraft A. Shape-Memory Properties of Segmented Polymers Containing Aramid Hard Segments and Polycaprolactone Soft Segments. Polymers 2010, 2, 71-85; doi:10.3390/polym2020071
10. Ugolev B.N. Academy lecture «Wood as natural smart material» [Электронный ресурс] / Boris Ugolev. – Режим доступа: http://www.iaws-web.org/files/file/2009-SaintPetersburg_academy_lecture_ugolev.pdf
11. Ugolev B.N. General laws of wood deformation and rheological properties of hardwood // Wood Science and Technology. – 1976. – Vol. 10(3). – P. 169–181.

УДК 630.812.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ НАГРУЗКИ И ВЛАЖНОСТИ НА ВЕЛИЧИНУ ЗАМОРОЖЕННОЙ УСУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Б.Н. Уголев

докт. техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ

ugolev@mgul.ac.ru,

В.П. Галкин

докт. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ

vgalkin@mgul.ac.ru,

А.А. Калинина

аспирант, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ

kalinina@mgul.ac.ru

В наших предыдущих исследованиях было показано влияние нагрузки на величину редуцированной усушки древесины. В докладе приводятся дополнительные данные, свидетельствующие о том, что замороженная усушка также линейно зависит от величины растягивающих напряжений. Опыты проводились на древесине ясеня в тангенциальном направлении.

Исследования, проведенные ранее, свидетельствуют о том, что зависимость между свободной усушкой и влажностью имеет криволинейный характер. Можно выделить три диапазона изменения влажности с различной степенью их влияния на величину свободной усушки. В области близкой к пределу насыщения клеточных стенок, влияние изменения влажности сравнительно невелико. В среднем диапазоне и при низких значениях влажности оно значительно выше. С возрастанием величины растягивающих напряжений замороженная усушка снижается. Это обстоятельство следует учитывать при расчете напряжений, возникающих при сушке пиломатериалов.

УДК 633.877.1:630.812

ВЗАИМОСВЯЗЬ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ С КАТЕГОРИЕЙ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПИХТЫ

Т.Ф. Хайбрахманова,

студент гр. ТД-51 ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

tanzilya-0311@mail.ru

А.А. Колесникова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

KolesnikovaAA@marstu.net

В статье рассматриваются акустические показатели свойств древесины пихты в зависимости от категории санитарного состояния деревьев.

На формирование свойств древесины влияют природно-климатические, экологические, антропогенные и др. факторы среды [1].

Для экологической оценки территории необходимо выбирать учетные деревья, наиболее подверженные влиянию экологических факторов. По комплексу визуальных признаков изменения внешнего вида деревьев (густота и цвет кроны, наличие и доля усохших ветвей в кроне, состояние коры и др.) можно различать шесть категорий их санитарного состояния [2]. Наиболее чувствительно реагирует на экологические изменения окружающей среды пихта сибирская [3]. Ее хвоя при этом желтеет.

Свойства древесины в растущем состоянии можно оценивать ультразвуковым методом по кернам [4]. У худших деревьев по резонансным свойствам акустическая константа в радиальном направлении менее $4 \text{ м}^4/(\text{кг}\cdot\text{с})$.

Цель статьи – сравнительное исследование свойств древесины деревьев пихты в зависимости от категории состояния дерева.

Эксперименты проведены на территории 68 квартала Кортинского лесничества, возле поселка Нолька, в окрестностях г. Йошкар-Ола. По склону небольшой канавы, вдоль которой весной стекают талые воды, большая часть растущей пихты имеет признаки пожелтения хвои. Были отобраны восемь деревьев возрастом 60 – 69 лет с разными категориями санитарного состояния и одно молодое дерево 20 лет.

Поздней осенью, когда влажность древесины у разных деревьев отличается незначительно, а индивидуальные характеристики по значениям скорости ультразвука выражаются более отчетливо [4], из деревьев с северной и южной стороны на уровне 1,3 м были извлечены керны. Раны от извлечения кернов замазаны садовым варом. Образцы кондиционировались в комнатных условиях до приобретения постоянной массы. Изменение массы в процессе усыхания измерялось с точностью 0,00005 г, линейных размеров – с точностью 0,05 мм, время прохождения ультразвука через образец – 0,1 мкс. По замеренным данным определялись плотность, скорость прохождения УЗВ через древесину, акустическая константа, табл. 1.

Таблица 1

Показатели свойств растущей и кондиционированной древесины пихты

Номер дерева	Категория санитарного состояния	Расстояние от канавы до дерева l , м	Плотность растущей пихты ρ , кг/м ³	Свойства кондиционированной древесины		
				Плотность	Скорость	Акустическая

	деревьев n			ρ , кг/м ³	v , м/с	константа K , м ⁴ /(кг·с)
9-с	1	43,7	636,0	400,0	1605,0	4,0
9-ю	1	43,7	596,2	443,1	1105,6	2,5
1-с	2	27,0	1149,7	413,7	1364,9	3,3
1-ю	2	27,0	879,6	482,6	1233,0	2,6
6-с	2	2,5	509,0	340,9	1588,8	4,7
6-ю	2	2,5	454,9	278,9	975,3	3,5
4-с	3	15,5	597,4	387,7	1535,1	3,9
4-ю	3	15,5	576,6	393,1	958,4	2,4
2-ю	3	16,0	586,5	412,3	1741,1	4,2
8-с	3	25,0	582,2	477,2	1020,2	2,1
8-ю	3	25,0	521,0	421,1	1602,2	3,8
3-с	4	15,5	485,8	350,9	669,8	1,9
3-ю	4	15,5	500,6	360,6	1459,7	4,0
5-ю	5	13,5	476,6	395,6	1281,1	3,2
7-с	6	25,0	461,5	398,6	1401,8	3,5
7-ю	6	25,0	596,9	457,6	1721,0	3,8

Плотность пихты в растущем состоянии в зависимости от расстояния до канавы меняется по закону

$$\rho = al^b \exp(-cl) + d, \quad (1)$$

где a, b, c, d – параметры формулы (табл. 2);

S – сумма квадратов отклонений;

r – коэффициент корреляции.

Таблица 2

Параметры формул зависимости плотности пихты в растущем состоянии от расстояния дерева до канавы

Параметры формулы	Показатели	
	Северные керны	Южные керны
a	0,0025341788	0,04689394
b	4,7034935	3,5017184
c	0,14420838	0,11072887
d	451,1412	421,91539
S	298,76	122,23
r	0,45	0,64

Плотность древесины пихты в растущем состоянии характеризует впитывающую способность дерева, и она увеличивается по мере отдаления от канавы (рис. 1). Коэффициент корреляции уравнения для южных образцов выше, чем для северных. Вероятно, со стороны канавы отмирание древесины происходит интенсивнее и в разной степени для каждого дерева.

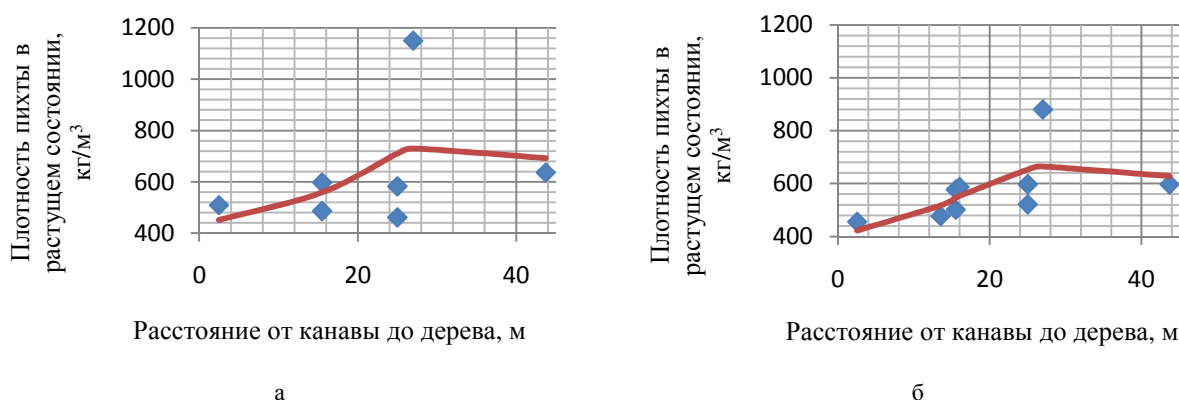


Рис. 1. Изменение плотности растущей пихты в зависимости от расстояния до канавы: а – северные образцы (со стороны канавы); б – южные образцы (со стороны склона)

Показатели свойств северных и южных образцов пихты в зависимости от категории состояния деревьев меняются по-разному и описываются общим уравнением

$$y = a \exp(bn) + cn^d \exp(-en), \quad (2)$$

где y – исследуемые показатели свойств древесины ρ, v, K ;

n – категория санитарного состояния деревьев;

a, b, c, d, e – параметры формулы.

Графики изменения акустической константы показаны на рис. 2.

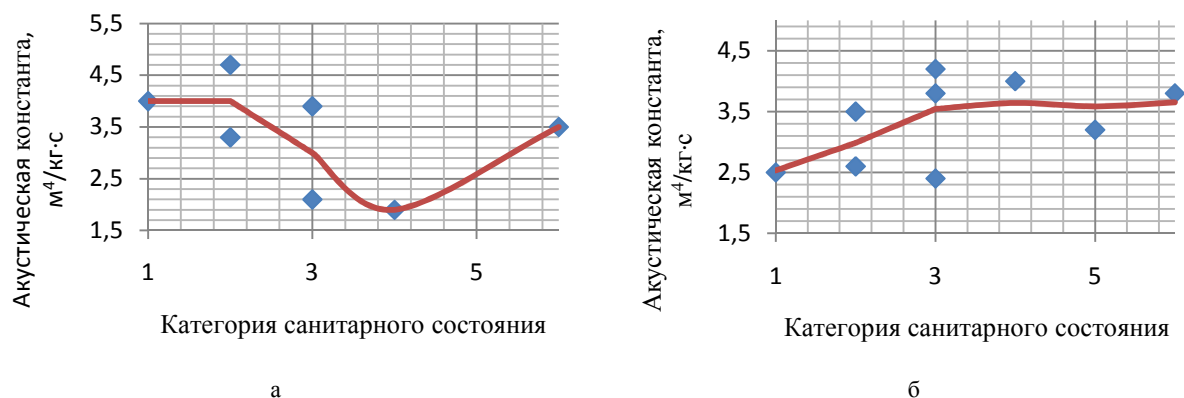


Рис. 2. Изменение акустической константы пихты от категории состояния деревьев: а – северные образцы ($r = 0,76$); б – южные образцы ($r = 0,58$)

Уменьшение акустической константы от ухудшения категории состояния деревьев у северных образцов (со стороны канавы) явно выраженное в отличие от южных образцов. Характер изменения показателя для южной и северной сторон разный.

Лучшая древесина по резонансным свойствам из исследуемых деревьев у молодой пихты (дерево № 6), с акустической константой в радиальном направлении $K=4,7$ или $14,6 m^4/(kg-c)$ вдоль волокон.

Свойства комнатно-сухой древесины меняются от категории состояния деревьев. У северных образцов, со стороны канавы, все показатели уменьшаются от категории состояния. У южных образцов, со стороны склона, плотность комнатно-сухой древесины уменьшается от ухудшения категории состояния, а скорость прохождения УЗВ через древесину и акустическая константа увеличиваются.

ВЫВОДЫ

Показатели свойств древесины меняются в зависимости от категории санитарного состояния деревьев и от расстояния до канавы.

По акустическим показателям древесины ядер, определяемым неразрушающим УЗВ методом, возможна оценка экологического состояния среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б.Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2001. – 340с.
2. Об утверждении санитарных правил в лесах, расположенных на территории московской области [текст]: Приказ Федеральной службы лесного хозяйства № 5 утв. М-вом юстиции РФ 12.01.99: зарег. 15.03.99. – М.: 1999. – 43 с.
3. Воронин В.И. Влияние сероорганических компонентов атмосферных выбросов на пихту сибирскую / В.И. Воронин, М.К. Соков // Лесоведение. – 2005. – № 2. – С. 62–71.
4. Колесникова А.А. Исследование свойств древесины по ядрам / А.А. Колесникова. – Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2002. – 178с.

УДК 630.812:674.032.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ МОЛОДЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ

Е.М. Цветкова,

магистр каф. ССиТ, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

Е.Ю. Салдаева,

аспирант каф. ССиТ, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

saldaevaey@marstu.net

В статье рассматривается метод определения жесткости молодой древесины ели, основанный на измерении собственной частоты образца.

Для получения качественной древесины с заданными параметрами, необходимо определять на ранней стадии ее жесткость. Показатель жесткости характеризуется модулем упругости (Mo_y). Особый

интерес в этом случае вызывают уникальные резонансные свойства древесины, которые характеризуются максимальной упругостью при минимальной плотности. Данное свойство выражается в формуле акустической константы академика Андреева Н.Н.[1]

$$K = \sqrt{\frac{E_{дин}}{\rho}}, \quad (1)$$

где K – акустическая константа, м⁴/(кг·с);

$E_{дин}$ – динамический модуль упругости, Па;

ρ – плотность, кг/м³.

С учетом актуальности проблемы была определена цель исследования, которая заключается в определении жесткости древесины по величине динамического модуля упругости молодой древесины ели.

Данная цель обусловила решение следующих задач:

- анализ и выбор методов для определения модуля упругости молодой древесины ели;
- описание методики определения динамического модуля упругости вибрационным способом.

Модуль упругости характеризует свойство материала давать большую или меньшую деформацию под действием данной нагрузки. По величине модуля упругости можно сравнивать жесткость (устойчивость) материала в пределах упругости. Различают динамический и статический модули упругости [2]. Наиболее известные методы их определения представлены на рисунке 1.

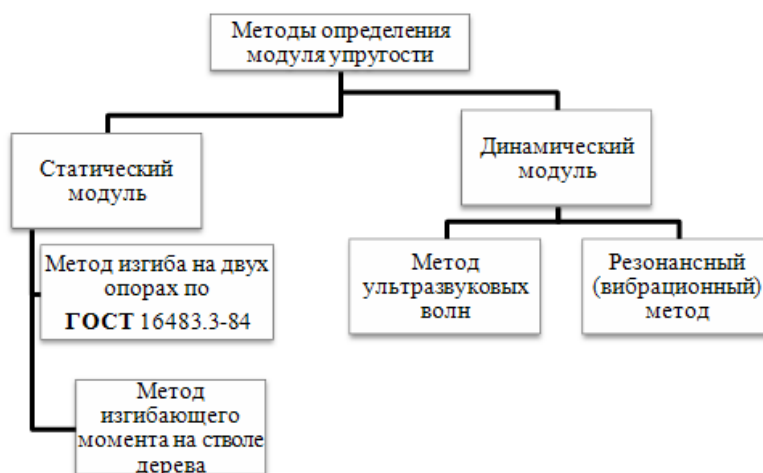


Рис. 1. Методы определения модуля упругости

Так как для определения резонансных свойств древесины нас интересует динамический модуль упругости подробнее рассмотрим способы его определения.

Сущность метода ультразвуковых волн заключается в определении скорости ультразвука путем измерения времени распространения упругой продольной волны по длине образца [3]. Но данный способ не применим для образцов древесины с неоднородностью размеров и формы.

Резонансный (вибрационный) метод позволяет определять динамический модуль упругости образцов по частоте собственных изгибных колебаний [2]. Данный метод является наиболее практичным так как определяет динамический модуль упругости образцов разной формы и малого диаметра.

В рамках Государственного контракта. №16.518.11.7094 была разработана методика определения динамического модуля упругости. Определение динамического модуля упругости проводится по частоте продольных изгибных колебаний образца в виде веточек ели цилиндрической формы закрепленных консольно [4]. Алгоритм проведения измерения представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Алгоритм методики определения динамического модуля упругости вибрационным методом

Моу рассчитывается по формуле (2):

$$E_{\text{дин}} = 64 \pi^2 \ell^4 \rho f^2 / a_0^4 d^2, \quad (2)$$

где ℓ – рабочая длина образца, м;

ρ – плотность образца, кг/м³;

$a_0 = 1,875$ – волновое число для основной моды колебаний;

d – средний диаметр образца, мм;

f – собственная частота, усреднённая по двум положениям образца, Гц.

Данная методика основана на использовании установки «Резонанс 4», макет которой представлен на рисунке 3.

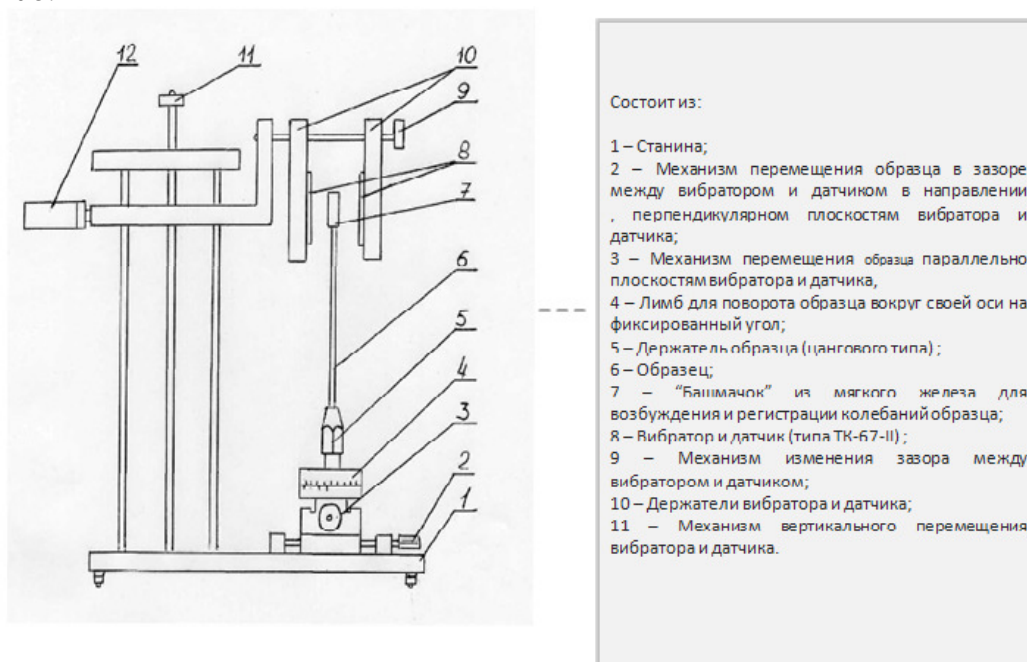


Рис. 3. Макет установки «Резонанс 4»

Установка представляет собой систему из электромагнитного вибратора, возбуждающего колебания исследуемого образца с помощью «колпачка» из пластичного железа и электромагнитного датчика, регистрирующего амплитуду и частоту колебаний образца. По характеристике сигнала поступающего на вход звуковой платы компьютера, в процессе обработки строится график амплитудно-частотной характеристики тестируемого образца[5].

Представленный способ в конечном итоге может послужить основой для установления критериев раннего выявления качественной древесины с заданными параметрами для дальнейшего целевого выращивания молодняка и подроста.

В настоящее время проводится апробация, и совершенствование методики для определения модуля упругости молодых деревьев ели в лаборатории Квалиметрии резонансной древесины МарГТУ кафедры ССТ Марийский государственного технического университета под руководством профессора, д-ра техн. наук В.И. Федюкова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федюков В.И. Ель резонансная: отбор на корню, выращивание, сертификация / В.И. Федюков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 204 с.
2. Lindstrom H., Nakada R., Ralston J. Cell wall structure and wood properties determined by acoustics-a selective review. – Holz Roh- und Werkst. 61, 2003. – №5. – С. 321–335.
3. Голдштейн А.Я. Зависимость скорости распространения продольных импульсных ультразвуковых волн от геометрических размеров образцов натуральной и модифицированной полистиролом древесины березы / А.Я. Голдштейн // Химическая модификация древесины. – Рига, 1975. – С. 35–38.
4. Отчет о НИР по ГК №16.518.11.7094 от 26 августа 2011 года.
5. Пат. 2439561 РФ. МПК А 01 G 33/46. Способ ранней диагностики резонансных свойств древесины / Федюков В.И., Салдаева Е.Ю. // Бюл. изобрет. – 2012. – №1.

УДК 630.811.1:674.032.16:630.43

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛУБА СТВОЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОСЛЕ ЛЕСНОГО ПОЖАРА

Е.И. Чернокозинская,

студент ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», г. Красноярск, РФ
kat-ry@mail.ru

В.В. Стасова

канд. биол. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ
roman@akadem.ru

О.Н. Зубарева

канд. биол. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ

Тепловое воздействие на стволы сосны обыкновенной во время лесного пожара вызывает глубокие и разносторонние изменения в структуре и химическом составе живых тканей, проявляющиеся в течение нескольких последующих лет.

Изучали влияние низовых пожаров на морфометрические характеристики проводящих тканей сосны обыкновенной. Тепловое воздействие на ткани стволов сосны обыкновенной во время пожара вызывает изменения в жизнедеятельности клеток (Гирс, 1982; Michaletz et al., 2012), и, как следствие, структурные изменения тканей в целом. При интенсивном повышении температуры луба и камбиальной зоны наблюдается гибель части клеток, что приводит к нарушению упорядоченного расположения клеток (Michaletz, Johnson, 2004; Dickinson et al., 2004). При этом замещение погибших участков может приводить к формированию расширенных лучей и дополнительного количества осевой и лучевой паренхимы для обеспечения усиленного притока питательных веществ к пораженной области и увеличению содержания живых тканей, способных к делению.

Для изучения воздействия пожаров на проводящие ткани сосны обыкновенной экспериментальные участки были выбраны в Говорковском участковом лесничестве Невонского лесничества Богучанского района Красноярского края. Вблизи пос. Говорково эксперимент проводился в 2002 году, пожар на ПП 1 низовой низкой интенсивности, ПП 2 – средней с переходом к высокой интенсивности, в 2006 году – пожары средней с переходом к высокой интенсивности (ПП Невонка 2) и почвенно-подстилочный (ПП Невонка 5). На экспериментальных участках в 2009 и 2010 гг. были взяты образцы луба из стволов деревьев сосны обыкновенной с различной степенью повреждения комля. На поперечных срезах отмечали изменения структуры ткани, измеряли толщину луба, подсчитывали количество годичных слоев от камбия до перидермы и количество клеток в радиальном ряду в последних годичных приростах флоэмы, определяли частоту расположения флоэмных лучей и процентное содержание тяжелой паренхимы в трех последних годичных приростах флоэмы (Яценко-Хмелевский, 1954). Кроме того, были проведены гистохимические пробы на присутствие лигнина и каллозы в ткани, как показателей проявления защитных реакций (Барыкина, 2004).

Усиление теплового воздействия на ткани ствола при увеличении интенсивности пожара вызывает значительные изменения структуры луба, а именно: расширение флоэмных лучей, образование в их составе смоляных ходов и даже смоляных карманов (крупных смолеместилищ), нарушение упорядоченного расположения клеток. В случае особо сильного повреждения наблюдаются некроз флоэмы с образованием раневой перидермы.

Повреждение ствола огнем вызывает значительную индивидуальную изменчивость толщины луба, вероятно, в зависимости от индивидуальных особенностей дерева, в частности, диаметра ствола и толщины коры. Можно предположить, что уменьшение толщины луба связано с изменением толщ-

ны периферических годичных слоев из-за их заметного сплющивания в некоторых случаях, сопровождающегося лигнификацией клеточных стенок.

Почти во всех случаях после низового пожара количество годичных слоев во флоэме уменьшалось, что может быть связано с формированием новой перидермы, расположенной ближе к камбию и «отрезающей» слишком сильно пораженные ткани.

В большинстве случаев количество клеток в последнем годичном слое флоэмы уменьшается по сравнению с контролем. Это связано с тем, что одна из первых реакций растений на тепловое повреждение – торможение роста. Прекращение роста в стрессовых условиях – защитная реакция, связанная с необходимостью использования энергии дыхания в первую очередь на поддержание поврежденных клеток в активном состоянии и репарационных процессов, ориентирует обмен веществ на репарационные процессы. Восстановление роста – свидетельство успешной репарации повреждений. Увеличение прироста флоэмы отмечено только на ПП Говорково-2, где пожар средней с переходом к высокой интенсивности произошел в 2002 г. Возможно, это связано с минерализацией подстилки, т. к. зола – это удобрение, а после пожара в 2006 г. деревья возможно еще не восстановились.

Частота флоэмных лучей изменяется, не проявляя каких-либо определенных тенденций, отражая индивидуальные особенности деревьев и различия в степени их повреждения.

Под воздействием пожара происходит тепловое повреждение флоэмы, выражающееся во временном увеличении содержания танниноносной паренхимы (Невонка-2). Спустя 8 лет после пожара структура флоэмы восстанавливается, и содержание паренхимы уменьшается (Говорково-1 и 2).

Содержание лигнина в ситовидных клетках отражает защитную функцию флоэмы в ответ на тепловое воздействие низового пожара. Данная реакция возникает в тканях луба от перидермы вплоть до камбиальной зоны в период сразу после пожара. В дальнейшем происходит репарация тканей, если камбиальная зона не была летально повреждена. В последующие вегетационные периоды формируется восстановленная структура луба и его нормальный химический состав (без лигнина). Следует отметить, что возможна датировка пожарного повреждения ствола по состоянию тканей и наличию лигнина в оболочках ситовидных клеток в определенных годичных приростах луба.

Последствия пожара сказываются на состоянии тканей луба, образовавшихся спустя значительное время после теплового воздействия. В отличие от контрольных деревьев, луб поврежденных стволов содержит большее количество каллозы в зоне флоэмы, переходной от проводящей к непроводящей. Это свидетельствует о том, что даже спустя 3–8 лет после пожара процессы репарации не закончены. Каллоза, как известно, откладываясь на ситовидных пластинках, блокирует поток веществ по ситовидным клеткам. Данная реакция развивается очень быстро в ответ на повреждение (Гамалей, 1981). Как было выяснено в наших опытах, необходимость в ограничении транспорта сохраняется на протяжении нескольких лет после повреждения тканей пожаром. Возможно, это является дополнительной (кроме лигнификации луба) защитой ослабленных деревьев против вторжения вредителей и болезней.

Таким образом, в зависимости от степени повреждения комля у дерева включаются описанные ранее защитные механизмы, которые помогают выжить жизнеспособным деревьям, противостоять проникновению стволовых вредителей и грибных заболеваний. С течением времени происходят процессы регенерации тканей и репарация нормальной структуры луба ствола. При этом ситовидные элементы, заполненные каллозой и с лигнифицированными стенками, препятствуют проникновению и распространению инфекций извне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 312 с.
2. Гамалей Ю.В. Структура и развитие клеток флоэмы. I. Ситовидные элементы / Ю.В. Гамалей // Ботанический журнал. – 1981. – Т. 66. – № 8. – С. 1081–1096.
3. Гирс Г.П. Физиология ослабленного дерева / Г.П. Гирс. – Новосибирск: Наука, 1982. – 254 с.
4. Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М.-Л.: Академия Наук СССР, Институт леса, 1954. – 337 с.
5. Dickinson M.B., Jolliff J., Bova A. S. Vascular cambium necrosis in forest fires: using hyperbolic temperature regimes to estimate parameters of a tissue-response model // Australian Journal of Botany, 2004. V. 52. N. 6. – P. 757–763.
6. Michaletz S.T., Johnson E.A. and Tyree M.T. Moving beyond the cambium necrosis hypothesis of post-fire tree mortality: cavitation and deformation of xylem in forest fires // New Phytologist, 2012. V.194. P. 254–263.
7. Michaletz S.T., Johnson E.A. How forest fires kill trees: A review of the fundamental biophysical processes // Scandinavian Journal of Forest Research, 2007, v. 22. N. 6. – P. 500– 515.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

А.Н. Чубинский,

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой Технологии лесопиления и сушки древесины СПбГЛТУ, Россия,
a.n.chubinsky@gmail.com

А.А. Тамби,

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии лесопиления и сушки древесины СПбГЛТУ, Россия,
a_tambi@mail.ru

М.А. Бахшиева,

студент СПбГЛТУ, Россия,
bahshi_mari@mail.ru

Статья посвящена анализу методов оценки внутренней структуры круглых лесоматериалов с использованием томографии.

Расширение ассортимента продукции из древесины предусматривает увеличение количества контролируемых качественных характеристик пиломатериалов в зависимости от их назначения. В соответствии с условиями эксплуатации несущие, а зачастую и ограждающие столярно-строительные конструкции необходимо изготавливать из пиломатериалов, у которых плотность и влажность равномерно с минимально возможным отклонением от среднего значения распределены по объему сортамента.

Определение равномерности распределения плотности и влажности круглых лесоматериалов, пиломатериалов и шпона по объему сортамента в технологическом автоматизированном потоке с использованием традиционных методов и средств невозможно.

Известные методы неразрушающего контроля внутреннего состояния древесины с использованием рентгенографии и ультразвуковой диагностики позволяют оценить плотности древесины по сечению, а определение плотности поверхностного (контактного) слоя представляет определенную сложность [1, 2].

Для получения продукции с требуемыми эксплуатационными свойствами, в первую очередь несущих конструкций, целесообразно отбор пиломатериалов осуществлять на этапе составления поставок, как с точки зрения макроструктуры древесины, ее плотности, так и влажности.

Наличие в одной доске ядровой или спелодревесной части и заболонной древесины может негативно отразиться, как на качестве сушки пиломатериалов, так на прочности конструкции.

Известно, что влажность в стволе дерева изменяется в широком диапазоне. В этой связи, правомочным является суждение о том, что на операциях сортировки, раскря и гидротермической обработки круглых лесоматериалов и пиломатериалов обрабатываются различные материалы с отличающимися физическими свойствами.

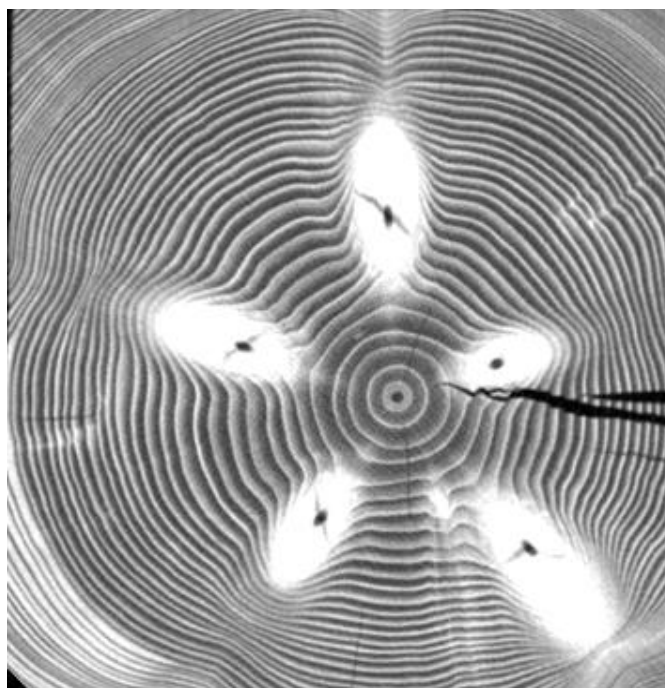
Исходя из анализа состояния вопроса и собственных исследований, можно утверждать, что влажность по ширине свежесрубленных стволов сосны и ели распределена следующим образом: влажность ядровой и спелодревесной древесины составляет 30–60%, а заболонной 60–150%, что на наш взгляд требует разделения пиломатериалов, как минимум, на две группы по влажности. Так например, в фанерном производстве шпон в зависимости от влажности перед сушкой разделяют на 2–5 групп.

Определение влажности в различных частях пиловочных бревен, а, следовательно, и в будущих пиломатериалах возможно методом магнитно-резонансной томографии (рис. 1), которая позволяет не только разграничить зоны древесины разной влажности, но и выявить скрытые пороки древесины: сучки и трещины.

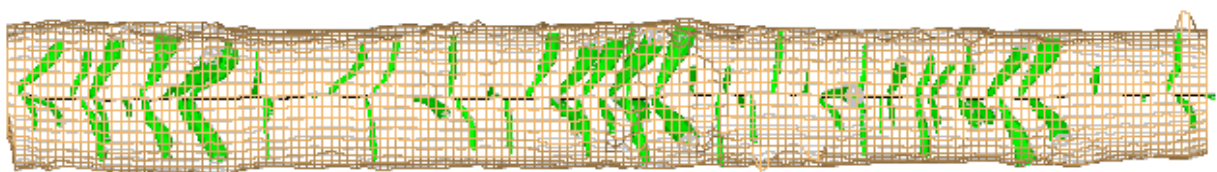
Недостатками магнитно-резонансного томографического обследования являются его большая продолжительность и необходимость использования интенсивного магнитного поля, что не всегда возможно в производственных условиях. Для оценки свойств и внутреннего строения пиловочных бревен: плотности, размеров годичных слоев, содержания поздней древесины, положения сердцевинной трубки относительно воображаемой оси бревна, а также расположения сучков и трещин может быть использован метод компьютерной томографии (КТ) (рис. 2).



Рис. 1. Магнитно-резонансные томограммы (МРТ) внутреннего состояния ствола дерева (темное поле – $W \leq 60\%$, светлое поле $W > 60\%$)



а



б

Рис. 2. Компьютерные томограммы: а – поперечное сечение ствола дерева; б – по длине ствола дерева

Обследование объектов методом компьютерной томографии показывает различие плотности древесного вещества ранней и поздней древесины, у сучков и бессучковой зоны, но не позволяет оценить различие во влажности ядровой или спелодревесной и заболонной частей ствола дерева.

При совместном использовании МРТ и КТ методов появляется возможность создания 3-d моделей бревна по одному или нескольким оцениваемым параметрам: плотности, влажности, наличию и расположению сучков и трещин (см. рис. 2), смещению сердцевинной трубки относительно оси бревна и других.

ВЫВОДЫ

Многокритериальная оценка свойств и строения древесины возможна при совместном использовании магнитно-резонансной и компьютерной томографии. Комплексное использование магнитно-резонансной и компьютерной томографии позволит создать полную информационную базу о пиловочнике, поступающем на производственный участок, на основании которой может быть разработана схема раскроя (постав пил), учитывающая эксплуатационные требования к будущей продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чубинский А.Н. Метод контроля клеевых соединений в процессе производства клееных брусков из цельной древесины / А.Н. Чубинский, А.А. Тамби // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии им. С.М. Кирова. – СПб.: СПбГЛТА, 2008. – Вып. 185, 208. – 213 с.
2. Прогнозирование прочности склеивания строганных пиломатериалов методом ультразвуковой диагностики / А.Н. Чубинский, А.А. Федяев, К.С. Паврос, А.В. Теплякова // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – СПб.: СПбГЭТИ, – 2011. – № 7. – С. 109–115

УДК 674.8.028.9:539.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ И ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА (*Quercus robur*)

Е.С. Шарапов,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

sharapov_evgeniy@mail.ru

Н.В. Попова,

магистрант каф. деревообрабатывающих производств, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

А.С. Королев,

магистрант каф. деревообрабатывающих производств, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

*В статье представлены результаты экспериментальных исследований предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон и величины водопоглощения термически модифицированной древесины дуба (*Quercus robur*).*

Термически модифицированная древесина – древесина, прошедшая термическую обработку при температурах 160–250 °С без применения химических добавок. Древесина приобретает важное с точки зрения эксплуатации свойство, такое как повышенная биологическая стойкость. Однако, как установлено исследователями, процесс термической обработки сопровождается изменением физико-механических свойств древесины [4, 5].

Склеивание древесины является одним из основных процессов в деревообработке. При этом главным условием склеивания древесины является прочность готового изделия, которая должна быть больше прочности склеиваемых материалов за счет клеевого соединения, представляющего собой взаимодействие клея и древесины.

Целью исследований являлось определение предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон и величины водопоглощения термически модифицированной древесины дуба (*Quercus robur*).

Оборудование и инструмент для изготовления заготовок и проведения экспериментальных исследований: машина испытательная Р-10, ГОСТ 28840-90; ленточнопильный станок JET JWBS-12; весы аналитические AF-R220CE; шкаф сушильный с естественной циркуляцией воздуха UNE 200; штангенциркуль ШЦ-П, ГОСТ 166-80.

Термическая модификация древесины осуществлялась при трех максимальных температурах, в связи с чем образцы были разделены на четыре группы: I – образцы с максимальной температурой обработки 180°С, II – 200°С и III – 220°С, IV – немодифицированные.

Прочность клеевого соединения определялось в соответствии с ГОСТ 15613.1–84 [1]. Испытуемые образцы с геометрическими параметрами 300×20×20 мм делились на три подгруппы: 1 – термически модифицированные в склеенном виде; вторая – склеенные после термической обработки; третья – немодифицированные образцы.

Водостойкость клеевых соединений определялась в соответствии с ГОСТ 17005–82 [2]. Форма и размеры образцов должны соответствовать ГОСТ 15613.1–84.

Для проведения испытания на водопоглощение образцы изготовили в форме прямоугольной призмы основанием 20×20 мм и высотой вдоль волокон 10 мм в соответствии с ГОСТ 16483.20–72 [3].

Результаты экспериментальных исследований предела прочности клеевого соединения термически модифицированной древесиной дуба представлены на рис. 1–3.

На рис. 1–2 представлены средние значения и стандартные отклонения пределов прочности для немодифицированных образцов и образцов, прошедших процесс термической модификации. На основании сравнения средних величин по многограновому критерию Дункана и тесту плановых сравнений можно сделать вывод о том, что отсутствуют статистически значимые отличия между значениями пределов прочности термически модифицированных образцов при разных максимальных температурах процесса обработки. При этом статистически значимое отличие средних величин наблюдается у модифицированных образцов в сравнении с немодифицированными и составляет около 50%.

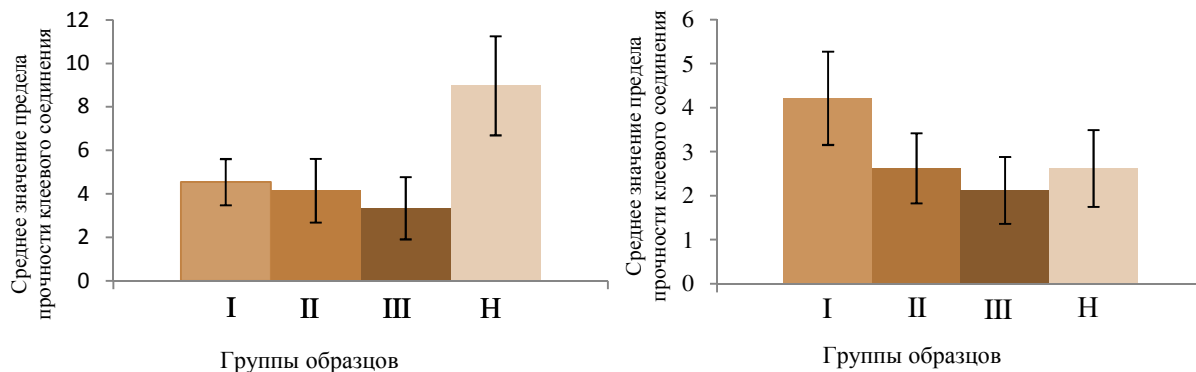


Рис. 1. Гистограмма средних значений предела прочности клеевых соединений на скалывание вдоль волокон термически модифицированных образцов в склеенном виде, МПа (слева); гистограмма средних значений предела прочности клеевых соединений на скалывание вдоль волокон термически модифицированных образцов в склеенном виде, выдержанных в воде, МПа (справа)

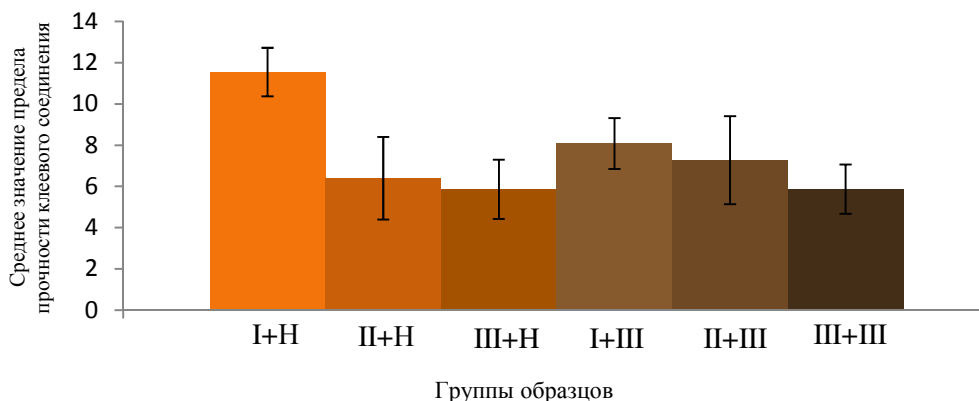


Рис. 2. Гистограмма предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон склеенных между собой образцов модифицированной и немодифицированной древесины, МПа

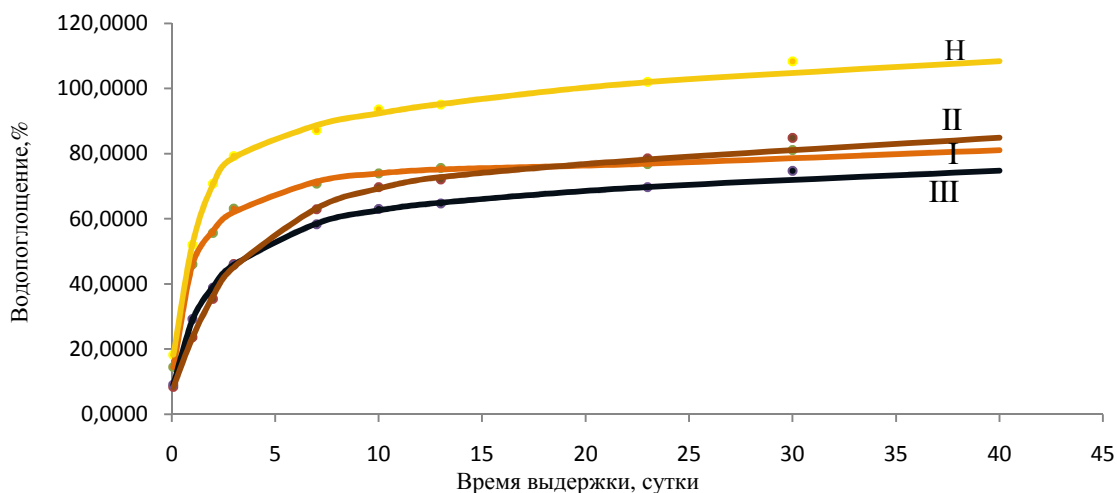


Рис. 3. Сравнительный анализ изменения водопоглощения, % образцов 4 групп от продолжительности вымачивания

Наибольшим значением величины водостойкости клеевого соединения обладают образцы I группы, прошедшие обработку при максимальной температуре 180°C, что на наш взгляд может быть вызвано пониженным водопоглощением в сравнении с немодифицированной древесиной и незначительным снижением механических свойств древесины при низких температурах обработки.

При склеивании древесины различных групп между собой наибольшее значение предела прочности наблюдается у немодифицированных и термически модифицированных образцов при низких температурах обработки.

Образцы, прошедшие процесс термической модификации в склеенном виде, не соответствуют минимальному показателю, а немодифицированные соответствуют среднему показателю предела прочности клеевого соединения на скалывание вдоль волокон по ГОСТ 20850–84 [4].

Прочность клеевых соединений после выдержки в воде немодифицированных образцов и образцов II, III групп составляет менее 3,2 МПа, что позволяет отнести их к низкой группе водостойкости.

Образцы II группы, склеенные с немодифицированной древесиной и древесиной III группы соответствуют минимальному показателю предела прочности клеевого соединения на скалывание вдоль волокон по ГОСТ 20850–84.

Образцы I группы склеенные с немодифицированной древесиной и образцами III группы соответствуют среднему показателю предела прочности клеевого соединения на скалывание вдоль волокон по ГОСТ 20850–84.

Наблюдается снижение величины водопоглощения древесины дуба с повышением максимальной температуры обработки, которое составляет около 30% при сравнении образцов I и IV групп (см. рис. 3).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 15613.1–84. Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 6 с.
2. ГОСТ 17005–82. Конструкции деревянные клеёные. Метод определения водостойкости клеевых соединений. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 4 с.
3. ГОСТ 16483.20–72. Древесина. Метод определения водопоглощения. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 3 с.
4. ГОСТ 20850–84. Конструкции деревянные клееные. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 10 с.
5. Militz, H.(2002). Thermal Treatment of Wood: European Processes and Their Background. IRG/WP 02-40241, 33rd Annual Meeting, 12–17 May, Cardiff-Wales, 4: 1–17.
6. Hill, C.A.S., (2006). Wood modification – chemical, thermal and other processes. Chichester, UK: John Wiley and Sons.

УДК 674.055:630.812:621.95

МЕТОДИКА ТАРИРОВКИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СВЕРЛЕНИЕМ

Е.С. Шарапов,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ
sharapov_evgeniy@mail.ru

А.С. Горопов,

д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

В.Ю. Чернов,

аспирант, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ
chernov.vas7936@yandex.ru

В статье представлены методика и результаты тарировки устройства для определения свойств древесины сверлением. Приведена статистическая обработка рядов данных изменения мощности на сверление и плотности образцов древесины.

Определение свойств древесины и древесных материалов является актуальным для многих отраслей производства и науки. Одним из современных направлений развития исследований в данном направлении является определение свойств древесины в условиях процессов ее механической обработки. На сегодняшний день существуют мобильные устройства для исследования свойств древесины, в основу которых заложен принцип измерения мощности при сверлении материала тонким буровым сверлом длиной от 200 до 500 мм и диаметром режущей части от 2 до 3 мм [3, 4]. Недостатком существующих устройств является то, что они предоставляют данные только о величине мощности на сверление (сопротивления резанию).

На основании морфологических исследований существующих устройств для исследования свойств древесины, разработаны программно-аппаратные комплексы для определения свойств древесины и древесных материалов, получены патенты РФ №95128 и №2448811. На сегодняшний день в условиях лабораторий кафедры деревообрабатывающих производств Поволжского государственного технологического университета разработана и смонтирована экспериментальная лабораторная установка [1] и проведены исследования свойств древесины круглых лесоматериалов по радиусу ствола [2].

Целью научных исследований является разработка методики и проведение тарировки лабораторной установки с целью определения величины плотности древесины.

Для осуществления тарировки лабораторной установки, на кафедре биологии древесины и древесных продуктов, университет Георга-Августа, Германия изготовлены образцы древесины заданных размеров (рис. 1) трех пород: сосна (*Pinus sylvestris*), бук (*Fagus sylvatica*), ясень (*Fraxinus excelsior*). Предварительно образцы были кондиционированы до нормализованной влажности в климатической

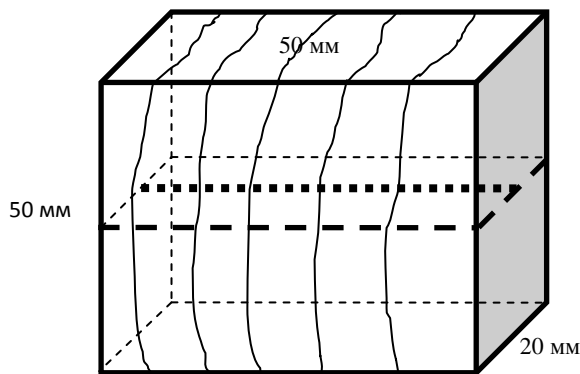


Рис. 1. Размеры образцов и сечение при определении плотности радиационным методом

камере Binder KBF-240. Плотность образцов определялась радиационным методом по сечению, показанному на рис. 1, прибором DA-X 3000, фирмы «Grecon», с шагом измерений 0,02 мм. Для более точного определения плотности ранних и поздних зон годовых колец образцы были изготовлены таким образом, чтобы рентгеновские лучи проходили строго параллельно направлению волокон.

Следующим этапом исследования являлась корреляция значений плотности, полученных радиационным методом с мощностью, затрачиваемой на сверление соответствующих образцов. Для этого образцы просверливались лабораторной установкой строго по центру

в плоскости прохождения рентгеновского излучения. Полученные величины мощности, затрачиваемой на сверление, и плотности представлялись в виде динамических рядов, статистический анализ которых проводился в программной среде «Statistica». Он включает в себя кросс-корреляционный анализ, где осуществляется нахождение коэффициентов кросс-корреляции, определение лагов, смещение динамических рядов относительно друг друга, и построение графиков данных динамических рядов, как показано на рис. 2.

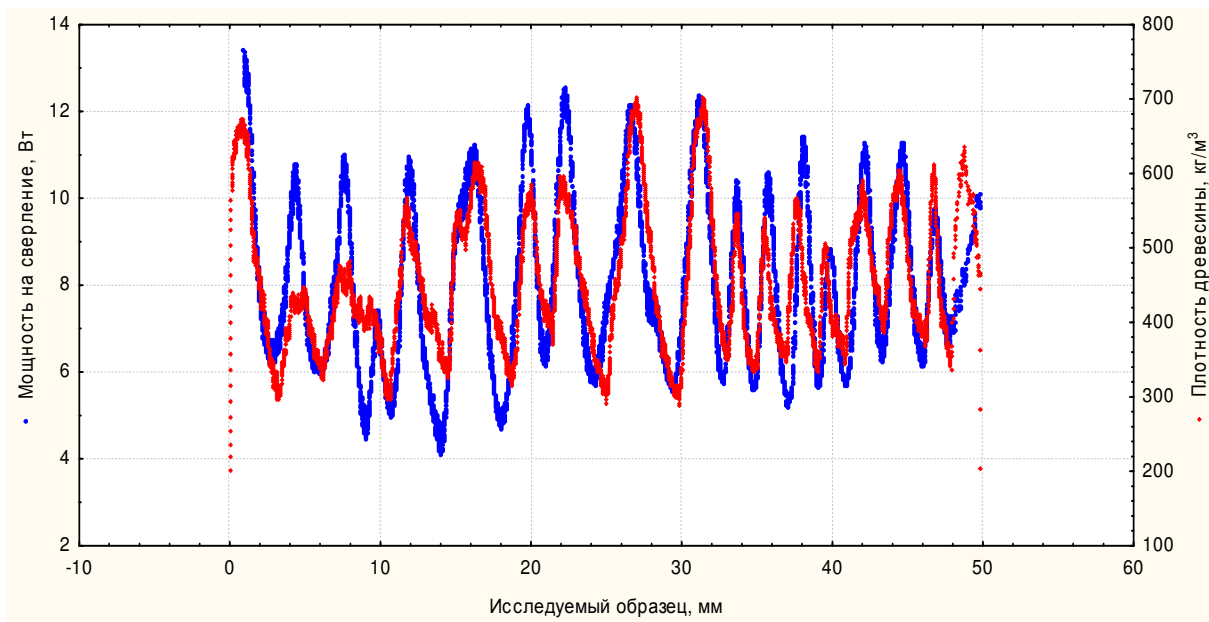


Рис. 2. Сопоставление экспериментальных данных величины мощности на сверление и плотности по длине одного образца древесины сосны (*Pinus sylvestris*)

Следует отметить, что на полученных профилях отчетливо прослеживается разница в мощности на сверление и плотности ранних и поздних зон годовых колец, что резко проявляется на примере хвойных пород (см. рис. 2). Верхние пики соответствуют поздним зонам годовых колец, а падения – ранним зонам.

Однако в связи с тем, что плотность древесины определялась на всем сечении образца, а сверление производилось только строго по центру данного сечения, было принято решение определять степень взаимодействия плотности древесины и мощности на сверление по данным одного годовичного кольца. Проводился аналогичный статистический анализ по одному годовичному кольцу каждого образца и построены графики данных (рис. 3) Полученные динамические ряды записывались в отдельный файл в соответствии с номером и породой образцов.

Для определения степени взаимодействия мощности на сверление и плотности древесины проведен регрессионный анализ в программной среде «TableCurve». На рис. 4 представлены данные и результаты регрессионного анализа взаимодействия величины мощности на сверление и плотности древесины сосны.

Прослеживается линейная зависимость данных мощности на сверление и плотности просверливаемого материала: $y = a+bx$, где x – плотность, кг/м^3 ; y – мощность на сверление, Вт.

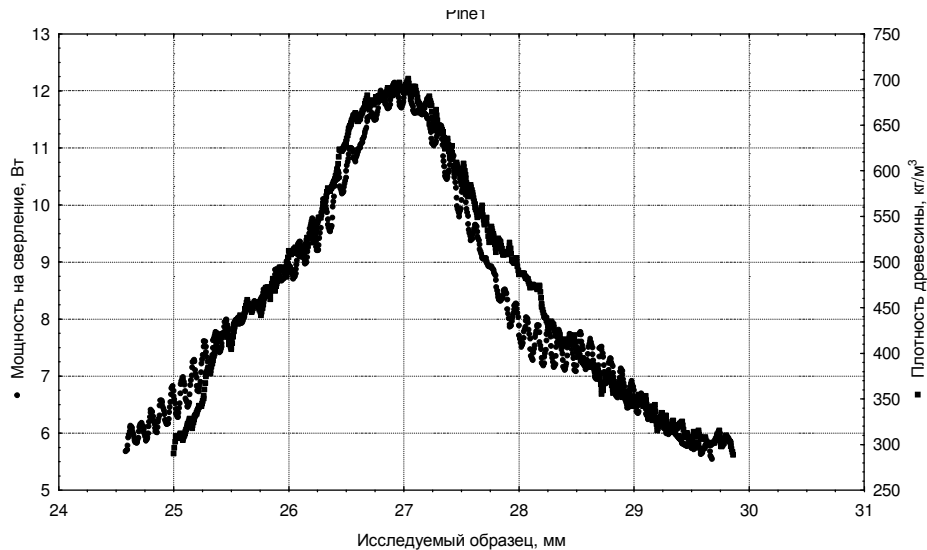


Рис. 3. Сопоставление экспериментальных данных величины мощности на сверление и плотности образца в пределах одного годичного кольца

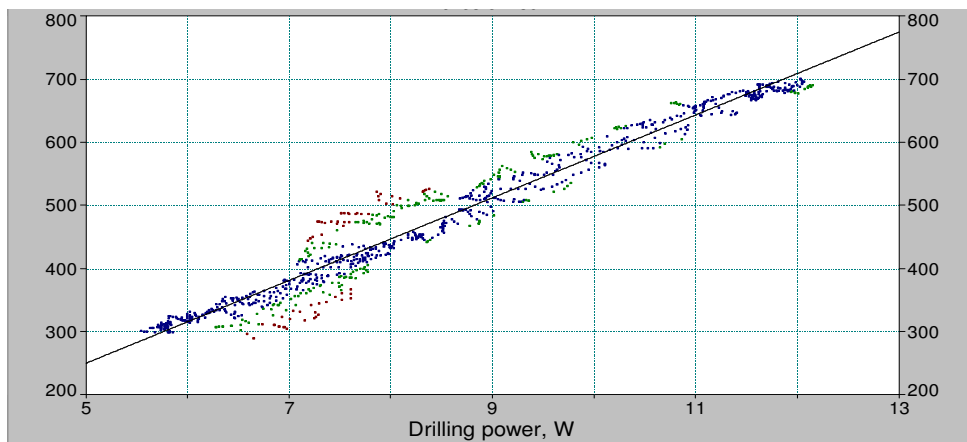


Рис. 4. Результаты регрессионного анализа данных

При обработке данных образца сосны (всех годичных колец образца) получено уравнение взаимодействия плотности древесины и мощности на сверление с коэффициентами и основными статистиками: $a = 159,12426$ и $b = 36,409487$, $R^2 = 0,626$ и $Fstat = 15589$, модель и ее коэффициенты значимы. При проведении регрессионного анализа только в пределах одного годичного кольца, например 8-го, как показано на рис. 3, получены коэффициенты уравнения и основные статистики: $a = 78,669431$ и $b=65,67459$, $R^2=0,96$ и $Fstat=21091$, модель и ее коэффициенты значимы (см. рис. 4).

На основании результатов экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы: разработана и апробирована методика проведения тарировки устройства для определения плотности древесины сверлением. Выявлена высокая корреляционная связь между плотностью древесины полученной радиационным методом с мощностью, затрачиваемой на сверление тонким буровым сверлом. Получены уравнения зависимостей плотности древесины с мощностью, затрачиваемой на ее сверление тонким буровым сверлом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шарапов Е.С. Обоснование конструкции устройства для исследования свойств древесины сверлением / Е.С. Шарапов, В.Ю. Чернов // Известия СПбГЛТА. – 2011. – № 195. – С. 134–142.
2. Шарапов Е.С. Результаты экспериментальных исследований свойств древесины круглых лесоматериалов по радиусу ствола / Е.С. Шарапов, А.С. Торопов, В.Ю. Чернов // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2012. – №2. – С. 162–167.
3. Mattheck C., K. Bethge and W. Albrecht. 1997. How to read the results of Resistograph M. *Arboric. J.* 21: 331–346.
4. Rinn Frank. 1994. Catalog of relative density profiles of trees, poles, and timber derived from resistograph microdrilling. In: *Proceedings of the 9th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood*. September 22–24, 1993. Madison, WI. Published by Conferences & Institutes, Washington State University. 1994. – P. 61–67.

А.А. Колесникова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «МарГТУ», г. Йошкар-Ола, РФ
Kolesnikovaaa@marstu.net

Е.Г. Ялпаева,

магистр гр. ТЛДПм-12, ФГБОУ ВПО «МарГТУ», г. Йошкар-Ола, РФ
yalpaeva_elen@mail.ru

В статье рассматривается методика отбора резонансной древесины ели в условиях оврага и показатели ее свойств.

«Музыкальные способности» ели чаще формируются в густых и высоковозрастных (более 150 лет) древостоях, на северных склонах гор с довольно суровыми климатическими условиями и бедными каменистыми почвами, где не очень печет солнце. Позднее исследования показали возможность получения резонансного сырья в равнинных лесах, в том числе и на избыточно увлажнённых землях. Проблема сохранения генофонда высокооцениваемой резонансной ели в лесах России отмечалась не раз [1].

Кроме того, в сложившейся технологии заготовки резонансная древесина отбирается в лесу по визуальным внешним признакам и зачастую в условиях музыкальных фабрик большая часть оказывается невысококачественной.

Результаты предварительной оценки качества древесины каждого дерева в растущем состоянии с применением таксационных и древесиноведческих приемов, с определением физико-механических свойств древесины дают возможность составить наиболее полную картину дерева, его участия в древостое, позволяют рационально использовать древесные ресурсы и своевременно управлять качеством насаждений в процессе выращивания. Такую оценку резонансных свойств древесины проводят с помощью кернов, используя ультразвуковой метод испытания [2].

Крутые склоны оврагов д. Эшманайкино Республики Марий Эл находятся на правобережье р. Волги. Благодаря весенним талым водам близлежащих полей разрушается рельеф, смывается плодородный почвенный слой и постепенно образовались овраги с различными ответвлениями, формой и глубиной. По результатам предварительного исследования были выявлены овражные деревья ели с высокими значениями акустической константы – выше $4 \text{ м}^4/(\text{кг}\cdot\text{с})$ по радиальным кернам [3]. Акустические показатели древесины этих деревьев в разных местах произрастания по северному и южному склону оврага отличались.

Цель исследования – определение акустических показателей древесины ели, произрастающей в различных ответвлениях оврага.

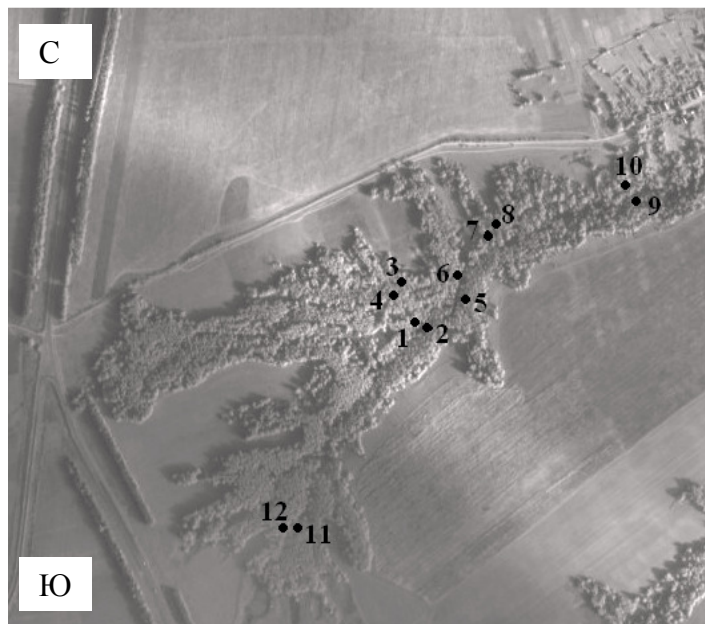


Рис. 1. Расположение деревьев в овраге

На разных ответвлениях оврага, расположенных под разными углами относительно севера-юга, с противоположных сторон склона по визуальной оценке в октябре месяце отобраны 12 здоровых деревьев ели с прямой цилиндрической формой ствола диаметром не менее 28 см первого класса по Крафту, рис. 1.

У каждого дерева на высоте 1,3 м в двух взаимно перпендикулярных направлениях (север-юг и запад-восток) мерной вилкой замерялись диаметры, эклиметром – высота ствола [4]. Расстояние от дна оврага до дерева l измерялось рулеткой, угол между осью ствола и образующей склона – угломером с транспортиром, расчетами определялась высота расположения дерева относительно дна оврага h .

С северной и южной стороны ствола дерева буравом извлекались керны древесины и укладывались в пробирки. Отверстия от кернов на дереве замазывались садовым

варом. После кондиционирования в лабораторных условиях у кернов определяли акустические показатели: плотность, скорость распространения ультразвука УЗВ-методом, акустическую константу.

Характеристики деревьев и свойств древесины ели приведены в табл. 1.

Овражные деревья возрастом от 52 до 64 лет отличались значительными размерами высот. Выраженной закономерности по значениям свойств северной и южной стороны ствола не наблюдается.

Высокие значения показателей встречаются как с северной, так и с южной стороны ствола. В формировании свойств древесины, вероятно, важная роль отводится самим оврагам.

Таблица 1

Характеристики деревьев и свойств древесины ели (кern без ювенильной зоны)

№ п/п	Возраст A , лет	Высота H , м	Диаметр $d_{1,3}$, м	Плотность ρ , кг/м ³		Акустическая константа K , м ² /(кг·с)	
				с северной стороны	с южной стороны	с северной стороны	с южной стороны
1	52	30,5	29	464,4	412,5	3,1	4,4
2	58	60	30	334,2	373,0	4,6	3,8
3	60	64	25	421,7	428,4	3,7	3,7
4	63	36	28	456,8	464,1	3,4	3,6
5	62	68	31	437,4	431,8	3,2	3,4
6	54	65	25	481,5	463,5	3,5	3,6
7	57	73	28	335,5	355,2	5,1	4,8
8	55	68	26	520,0	487,3	3,3	2,1
9	64	73	28	455,4	489,5	3,7	3,1
10	53	67	40	435,1	473,3	3,2	3,0
11	64	68	30	431,6	434,1	3,4	3,2
12	63	60	28	422,5	468,4	4,0	3,0

Зависимости высоты деревьев от высоты расположения деревьев относительно дна оврага и угла наклона склона представлены в виде формул (1) и (2), графики которых приведены на рис. 2.

$$H = 68,062658 \exp(-0,000036299h^{3,84051}), \quad (1)$$

$$H = 70,010859 \exp(-0,00000212\alpha^{2,99428}), \quad (2)$$

Деревья, произрастающие ближе ко дну оврага тянутся к свету и имеют большую высоту. Зависимость высоты дерева от угла наклона склона небольшая, коэффициент корреляции $r = 0,37$.

Графики зависимости плотности и акустической константы для образцов с северной стороны ствола приведены на рис. 3.

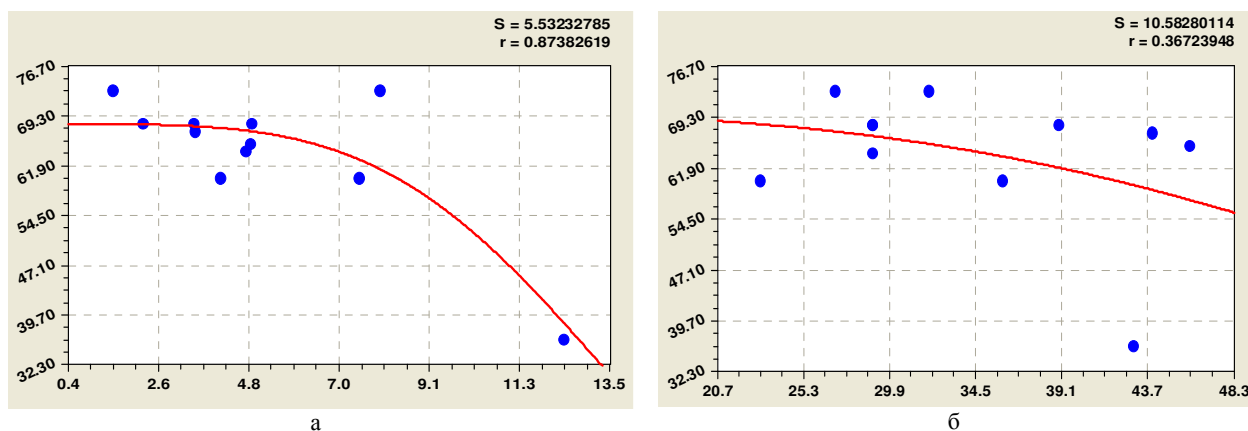


Рис. 2. Изменение высоты деревьев в зависимости: а – от высоты расположения деревьев относительно дна оврага; б – от угла склона оврага (S – сумма квадратов отклонений, r – коэффициент корреляции)

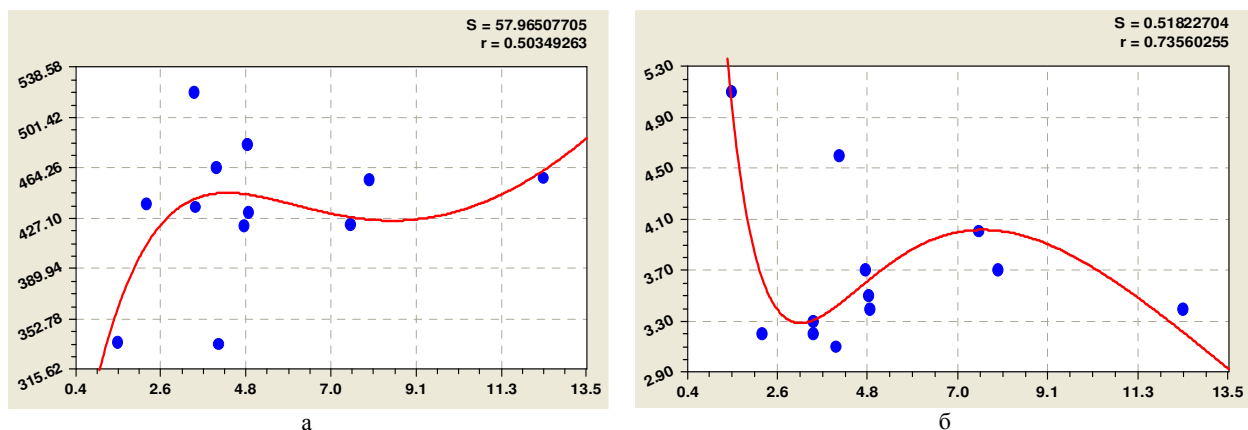


Рис. 3. Изменение плотности (а), акустической константы (б) в зависимости от высоты расположения деревьев относительно дна оврага

Четкой зависимости плотности древесины по мере удаления дерева от дна оврага не наблюдается, коэффициент корреляции $r = 0,5$. Встречается дерево с малой плотностью у дна оврага, а в середине склона плотность древесины разная. Максимальное значение акустической константы у дерева №7, выросшего ближе ко дну северо-западного ответвления оврага, а минимальное – в том же ответвлении на середине противоположного склона.

ВЫВОДЫ

Метод оценки свойств древесины по кернам с учетом особенностей расположения дерева на разных местах произрастания в условиях оврага позволяет предварительно отбирать резонансную древесину для целевого выращивания и рационального использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федюков В.И. Сохранение генофонда резонансной ели в лесах России / В.И. Федюков // Устойчивое лесопользование. – 2011. – №4. – С. 23–25.
2. Колесникова А.А. Исследование свойств древесины по кернам / А.А. Колесникова. – Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2002. – 178с.
3. Колесникова А.А. Акустические свойства древесины овражных деревьев ели / А.А. Колесникова, А.А. Апремоа, А.Р. Галяутдинов // Деревообр. пром-сть. – 2010. – №2. – С. 29–31.
4. Пат. 2224418 Российская Федерация, МПК⁷ А 01 G 23/02. Способ измерения учетного дерева / Мазуркин П.М., Кошкина Т.А. (РФ); заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. – №2002116082/12; заявл. 18.06.02; опубл. 27.02.04, Бюл. №6.



Секция 2

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.033.2-413.84

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ОБРЕЗНОЙ ДОСКИ, ПОЛУЧАЕМОЙ ИЗ СЕГМЕНТА, С УЧЕТОМ ШИРИНЫ ПРОПИЛА

А.И. Агапов,

д-р технич. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «ВятГУ», г. Киров, РФ.

marina_mtd@mail.ru

В статье рассматривается задача оптимизации размеров обрезной доски, получаемой из сегмента, и предлагаются формулы для определения оптимальных размеров этой доски.

При раскросе пиловочника брусом-развальным способом, прежде всего, планируется выпилить брус определенной толщины. При этом толщина бруса не всегда совпадает с оптимальным размером [3, 4]. В этом случае получаются сегменты, для которых оптимальное соотношение выпиленной доски из него, определенное в результате решения общей задачи оптимизации, не всегда совпадает с оптимальным размером [1]. При решении задачи оптимизации раскроса пиловочника брусом-развальным способом с выпиливанием бруса и одной пары боковых досок оптимальными относительными размерами являются: толщина бруса – $0,526d$, а толщина доски – $0,162$ от диаметра бревна в вершинном торце [2]. В результате возникает задача определения оптимальных размеров обрезной доски из оставшегося сегмента после брусом-развального способа раскроса пиловочника (рис. 1).

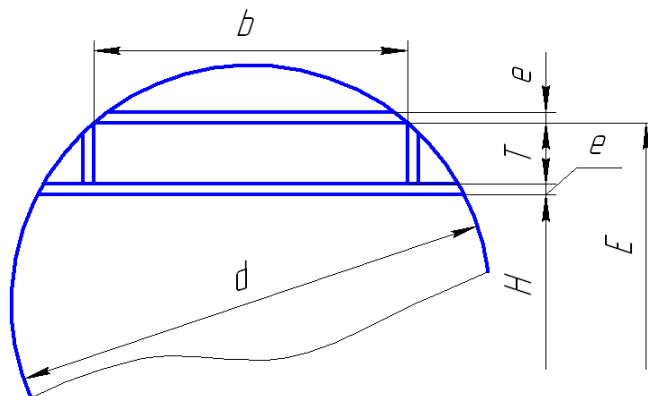


Рис. 1. Схема раскроса сегмента с выпиливанием одной обрезной доски

Постановка и решение задачи оптимизации основывается на том, что очевидно имеются такие размеры доски, при которых получается наибольший объем. Эти размеры можно считать оптимальными. Для определения оптимальных размеров обрезной доски, получаемой из сегмента, в качестве критерия выбираем объем этой обрезной доски. Целевую функцию можно записать в виде площади поперечного сечения обрезной доски, выписанной в сегмент [1, 2]:

$$Z = Tb, \quad (1)$$

где T – толщина обрезной доски,

b – ширина обрезной доски.

При решении задачи полагаем, что размеры пиловочника и толщина выпиленного бруса известны. Для написания уравнения связи воспользуемся теоремой Пифагора. Взаимосвязь диаметра бревна с размерами доски можно представить в следующем виде:

$$d^2 - b^2 - (H + 2T + 2e)^2 = 0, \quad (2)$$

где d – диаметр пиловочника в вершинном торце

H – толщина бруса,

e – ширина пропила.

Полагаем, что математическая модель составлена.

Для решения задачи воспользуемся методом множителей Лагранжа. Функцию Лагранжа записываем в следующем виде:

$$L = Tb + \lambda (d^2 - b^2 - H^2 - 4T^2 - 4e^2 - 4HT - 4He - 8Te), \quad (3)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Находим частные производные от функции Лагранжа и приравниваем их к нулю

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial T} = T - 2\lambda b = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial T} = b - 8\lambda T - 4\lambda H - 8\lambda e = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Решаем систему уравнений (4) совместно с уравнением связи. Из первого уравнения системы (4) можно написать

$$T = \lambda b, \quad \lambda = \frac{T}{2b}. \quad (5)$$

Во второе уравнение системы (4) подставляем равенство (5), получим

$$b^2 = 4T^2 + 2HT + 4eT. \quad (6)$$

В последнее уравнение (6) подставляем уравнение связи (2), получим

$$d^2 - H^2 - 8T^2 - 4e^2 - 6HT - 4He - 12Te = 0. \quad (7)$$

Из полученного уравнения (7) определяем толщину обрезной доски. Поэтому это уравнение представляем в следующем виде

$$T^2 + \frac{3}{4} (H + 2e) T - \frac{1}{8} (d^2 - (H + 2e)^2) = 0. \quad (8)$$

Решая это квадратное уравнение (8), получим

$$T = \frac{1}{8} (\sqrt{8d^2 + (H + 2e)^2} - 3 (H + 2e)). \quad (9)$$

Подставляем последнее равенство (9) в уравнение связи (2), получим

$$b = \sqrt{\frac{d^2}{2} - \frac{1}{8} ((H + 2e)^2 + (H + 2e) \sqrt{8d^2 + (H + 2e)^2})} \quad (10)$$

Таким образом, задача решена. Впервые получены формулы для определения оптимальных размеров обрезной доски, выпиленной из сегмента, с учетом ширины пропила.

В этих формулах размеры обрезной доски зависят от диаметра бревна, толщины выпиленного бруса, а также от ширины пропила. Для анализа влияния этих факторов на оптимальные размеры обрезной доски, получаемой из сегмента, производим следующие расчеты. Вначале задаемся толщиной бруса, а затем изменяем ширину пропила и вычисляем размеры обрезной доски и величину целевой функции. Для упрощения расчетов и анализа результатов, полученные выше формулы представляем в относительных единицах, полагая $\frac{H}{d} = m_H$, а $\frac{e}{d} = m_e$. Тогда полученные выше формулы будут иметь следующий вид. Толщина обрезной доски в относительных единицах определится по формуле

$$m_T = \frac{T}{d} = \frac{1}{8} (\sqrt{8 + (m_H + 2m_e)^2} - 3 (m_H + 2m_e)). \quad (11)$$

Ширина обрезной доски в относительных единицах определится по формуле

$$m_b = \frac{b}{d} = \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{1}{8} (m_H + 2m_e)^2 + (m_H + 2m_e) \sqrt{8 + (m_H + 2m_e)^2}}. \quad (12)$$

При анализе результатов расчета важно знать величину пифагорической зоны E, которую можно определить по формуле

$$E = H + 2T + 2e. \quad (13)$$

В относительных единицах величина пифагорической зоны определится по формуле

$$m_E = \frac{E}{d} = m_H + 2m_T + 2m_e. \quad (14)$$

Целевая функция в относительных единицах запишется в следующем виде

$$m_Z = m_T m_b. \quad (15)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оптимальные относительные размеры обрезной доски и значение целевой функции для различных относительных размеров бруса и ширины пропила

m_H	m_e	m_T	m_b	m_Z	m_E	$\frac{m_T}{m_b}$	$\frac{m_b}{m_T}$	λ
0,3	0	0,2430	0,6181	0,1502	0,786	0,393	2,543	0,196
0,3	0,005	0,2394	0,6146	0,1471	0,789	0,389	2,567	0,194
0,3	0,01	0,2358	0,6110	0,1440	0,792	0,386	2,591	0,192
0,3	0,015	0,2322	0,6074	0,1410	0,794	0,382	2,616	0,191
0,3	0,02	0,2286	0,6037	0,1380	0,797	0,379	2,640	0,189
0,3	0,025	0,225	0,6	0,135	0,8	0,375	2,667	0,187
0,3	0,03	0,2214	0,5962	0,1320	0,803	0,371	2,693	0,186
0,5	0	0,1715	0,5378	0,0923	0,843	0,319	3,135	0,159
0,5	0,005	0,1680	0,5332	0,0896	0,846	0,315	3,173	0,158
0,5	0,01	0,1645	0,5285	0,0869	0,849	0,311	3,213	0,156
0,5	0,015	0,1610	0,5237	0,0843	0,852	0,307	3,253	0,154
0,5	0,02	0,1574	0,5188	0,0817	0,855	0,303	3,295	0,152
0,5	0,025	0,1539	0,5139	0,0791	0,858	0,299	3,339	0,150
0,5	0,03	0,1504	0,5089	0,0765	0,861	0,295	3,383	0,148
0,7	0	0,1017	0,4287	0,0436	0,9034	0,2373	4,215	0,119
0,7	0,005	0,0983	0,4221	0,0415	0,9065	0,2328	4,295	0,116
0,7	0,01	0,0948	0,4154	0,0394	0,9097	0,2283	4,380	0,114
0,7	0,015	0,0914	0,4085	0,0373	0,9128	0,2237	4,469	0,112
0,7	0,02	0,0880	0,4014	0,0353	0,9159	0,2191	4,564	0,109
0,7	0,025	0,0845	0,3942	0,0333	0,9190	0,2144	4,663	0,107
0,7	0,03	0,0811	0,3867	0,0314	0,9222	0,2097	4,769	0,105

В таблице 1 представлены также расчеты пифагорической зоны, а также отношение размеров обрезной доски (толщины и ширины). Данные таблицы 1 показывают, что с увеличением относительной толщины бруса относительные размеры обрезной доски уменьшаются, причем толщина доски уменьшается в большей мере, чем ширина ее. Поэтому отношение m_b/m_T с увеличением относительной толщины бруса возрастает. Пифагорическая зона с увеличением толщины бруса также возрастает.

С увеличением ширины пропила размеры обрезной доски уменьшаются, причем толщина обрезной доски уменьшается в большей степени, чем ее ширина. Следовательно, и целевая функция с увеличением ширины пропила уменьшается по сложной закономерности. При $m_H=0,7$ оптимальная относительная толщина обрезной доски, получаемой из сегмента может находиться в пределах 0,10...0,081 в зависимости от ширины пропила. Эти соотношения согласуются с работами Х.Л.Фельдмана.

Таким образом, используя полученные выше формулы можно определить оптимальные размеры обрезной доски для любых вариантов размеров выпиливаемого бруса с учетом ширины пропила.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агапов А.И. Оптимизация брусово-развального способа раскроя пиловочника с выпиливанием двух брусьев / А.И. Агапов. – Киров: ВятГУ. Деп. в ВИНТИ РАН 08.07.2011г, №333-В2011. – 77с.
2. Агапов А.И. Оптимизация технологических процессов деревообработки: учебное пособие / А.И. Агапов. – Киров: ВятГУ, 2012. – 81с.
3. Титков Г.Г. Краткое руководство по составлению и расчету поставок / Г.Г. Титков. – М.: Гослесбумиздат, 1955.
4. Уласовец В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов: учебное пособие / В.Г. Уласовец. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 510с.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОТВЕРЖДЕНИЮ ЛАКОКАРСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ

М.В. Газеев,

к.т.н., доцент, доцент кафедры механической обработки древесины
ФГБОУ ВПО Уральского государственного лесотехнического университета, РФ.
gazeev_m@list.ru

И.В. Жданова,

аспирант ФГБОУ ВПО Уральского государственного лесотехнического университета, РФ.

Е.В. Тихонова,

аспирант ФГБОУ ВПО Уральского государственного лесотехнического университета, РФ.

В статье приводятся сведения о способе интенсификации отверждения лакокрасочных покрытий аэроионизацией. Применение данного способа позволяет сократить время пленкообразования лакокрасочных покрытий на древесине и древесных материалах.

Технология создания защитно-декоративных покрытий (ЗДП) на древесине высокого качества представляет собой последовательное нанесение нескольких слоев лакокрасочного материала (ЛКМ). Формирование каждого слоя требует определенного времени его отверждения, которое для разных ЛКМ различно и может измеряться от 15 мин до 48 ч в естественных условиях ($t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$, $W = 65 \pm 5\%$) и до нескольких секунд при интенсификации процесса отверждения. Переход ЛКМ в твердое покрытие происходит в результате физического процесса испарения растворителя и химического взаимодействия его компонентов. На сегодняшний день существующие следующие способы интенсификации отверждения лакокрасочных покрытий (ЛКП) за счет сообщения дополнительной энергии ЛКМ: применение высоких температур, ультрафиолетовых лучей, пучков ускоренных электронов, добавление катализаторов [1].

Совершенствование способов интенсификации отверждения ЛКП позволяет улучшить качество и повысить эффективность решения экономических задач при формировании ЗДП.

На кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета исследуется новый способ интенсификации сушки ЛКП при аэроионизации. Для этого применяется электроэфлювиальное аэроионизационное устройство (ЭЭАУ) представленное на рис. 1, обеспечивающее создание электрического поля и формирование активных форм кислорода (АФК), или аэроионов кислорода воздуха над поверхностью лакокрасочного покрытия [2]. По данным экспериментальных исследований было установлено, что образующиеся АФК приводят к ускорению процесса пленкообразования покрытий, т. е. являются инициаторами отверждения ЛКП. Предлагаемый способ хорошо работает для интенсификации пленкообразования ЛКП образованных водоразбавляемыми и органоаэрозольными ЛКМ.

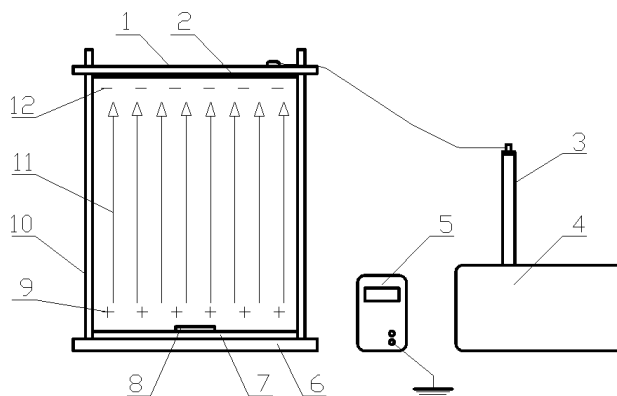


Рис. 1. Электроэфлювиальное аэроионизационное устройство:

- 1 – верхняя панель; 2 – электроэфлювиальный излучатель; 3 – умножитель;
4 – высоковольтный генератор; 5 – мультиметр; 6 – нижняя панель; 7 – металлическая пластина; 8 – образец;
9 – положительные ионы среды; 10 – стойка; 11 – линии напряженности; 12 – электроны поля

Известно, что процесс пленкообразования ЛКП на основе вододисперсионных акриловых и алкидных ЛКМ происходит в результате испарения растворителей и радикальной полимеризации при участии кислорода воздуха. Электрическое поле ускоряет процесс испарения растворителя, а АФК – реакцию полимеризации. АФК обладают большей химической активностью и воздействуют на окислительно-восстановительные системы, которые вводятся в состав ЛКМ как эффективные инициаторы полимеризации при их производстве [3].

Способ работает при интенсификации отверждения ЛКП, образованных полиуретановыми, мочевино-формальдегидными и меламино-формальдегидными ЛКМ, где АФК ускоряют реакции полиприсоединения и поликонденсации.

В условиях аэроионизации наблюдается воздействие на покрытие электромагнитного поля, обладающего определенной энергией и способного ослабить межмолекулярное взаимодействие, ускоряя процесс испарения [4]. В связи с этим был проведен ряд исследований по изучению влияния аэроионизации на скорость испарения растворителей изучаемых ЛКМ. Для определения влияния электрического поля ЭАУ на процесс испарения проводился следующий эксперимент. В чашку Петри наливался растворитель на уровень, чтобы дно было полностью скрыто, и процесс испарения с поверхности происходил равномерно. С помощью электронных весов фиксировалась масса, и чашка помещалась в ЭАУ. Далее масса чашки с растворителем фиксировалась каждые 10 мин. По полученным экспериментальным данным можно сделать вывод о влиянии аэроионизации на процесс испарения растворителей: скорость испарения уайт-спирита увеличивается в 2,4 раза, растворителя полиуретанового лака – в 2,6, Р 734 – почти приближается к естественным условиям, воды – в 6,4 раза быстрее по сравнению с естественными условиями.

Согласно полученным экспериментальным данным, аэроионизация позволяет сократить время сушки ЛКП, образованных акриловыми, алкидными и полиуретановыми ЛКМ [5]. В ходе проведенной работы были определены следующие показатели: время отверждения покрытий, твердость, стойкость к удару, блеск и адгезия. Опыты проводились для покрытий, отвержденных под воздействием отрицательных аэроионов и в естественных условиях (без их воздействия) в соответствии с методикой по ОСТ 13-28-85 [6].

По данным эксперимента можно сделать следующие выводы. Для покрытий, отвержденных под воздействием АФК сокращается время их отверждения и возрастает твердость и прочность. Следует учесть главное достоинство предлагаемого способа, это низкое потребление электроэнергии 96 Вт/м². АФК являются инициаторами реакции радикальной полимеризации, протекающей при отверждении ЛКП, что позволяет сократить время пленкообразования ЛКП в 1,5÷2 раза по сравнению с естественными условиями.

Результаты исследования показали высокую эффективность и целесообразность применения данного способа в технологии формирования ЗДП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков Е.В. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов: учеб. для вузов / Е.В. Жуков, В.И. Онегин. – М.: Экология, 1993. – 304 с.
2. Скипетров В.П. Феномен живого воздуха: монография // В.П. Скипетров, Н.Н. Беспалов, А.В. Зорькина. – Саранск: СВМО, 2003. – 93с.
3. Энциклопедия полимеров / ред. коллегия: В.А. Кабанов (глав. ред.) [и др.] Т.1. – М.: Советская энциклопедия, 1974. – С. 850–859.
4. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов / Н.С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2005. – 743 с.
5. Газеев М.В. Нетрадиционный подход к отверждению лакокрасочных покрытий на древесине / М.В. Газеев, И.В. Жданова, Е.В. Лещев // Урал промышленный – Урал полярный: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: сб. материалов VI Междунар. науч.-техн. конф. / УГЛТУ. – Екатеринбург, 2007. – С. 119–122.
6. Газеев М.В. Механизм интенсификации отверждения лакокрасочных покрытий аэроионизацией / М.В. Газеев, Е.В. Тихонова, И.В. Жданова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. II междунар. евразийского симпозиума. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. – С. 40–44.
6. Карякина М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. – 252 с.

УДК 674.047

СВЧ-ВАКУУМНАЯ СУШИЛЬНАЯ КАМЕРА

А.В. Галимов,

магистрант, ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

airat314_89@mail.ru

В статье рассматриваются физические процессы, которые происходят при сушке древесины СВЧ-вакуумным методом.

В последние годы рынок деревянного домостроения стремительно набирает обороты. Ежегодно рост деревянного домостроения составляет примерно 50–70%. В год производится 120–180 тыс. м³ оцилиндрованных брёвен. Основной проблемой существующей в данной отрасли является естественная усадка древесины. Деревянные дома из оцилиндрованного бревна возводятся из материала при его естественной влажности, поэтому сразу в дом заселяться не стоит. Заселение придется отложить на некоторое время, пока древесина не высохнет окончательно и дом даст усадку [1].

Использование СВЧ для сушки древесины и в опытных, и в промышленных установках показало реальное и осязаемое ускорение процесса сушки и улучшение качества высушенных пиломатериалов [2]. Давно известны и преимущества вакуумной сушки, которая в несколько раз ускоряет высушивание древесины, а также исключает трещины и коробление. Совмещение двух этих способов в одном оборудовании даст двойной эффект.



Рис. 1. Обугленная зона древесины

Уникальность разработки определяется возможностью быстрой сушки лесоматериала, при её высокой качественной характеристике, а также сравнительно не высокой себестоимости процесса на 1 м^3 .

СВЧ-вакуумная сушильная камера, основанная на двух методах сушки, функционирует следующим образом. Сформированные пачки бревен при открытых крышках на тележках закатывают внутрь корпуса и закрепляют внутри подвижных секций при помощи эластичных строп. После закрепления пачки бревен убирают тележки и закрывают крышки, далее включают привод вращения секций вместе с закрепленной пачкой бревен. Одновременно включаются первые ступени магнетронов, СВЧ-энергия от которых по волноводам поступает внутрь корпуса и воздействует на вращающуюся пачку бревен, конденсат удаляется из корпуса через патрубки. Происходит СВЧ-режим процесса сушки. При достижении бревнами влажности 20% магнетроны переключаются на вторую ступень, мощность которой необходима только для прогрева древесины, включается компрессор, который через патрубки создает разрежение внутри устройства. Влажность бревен при СВЧ-вакуумном режиме доводится до нужного значения без обугливания древесины.

Использование двух режимов сушки повышает эффективность работы устройства, позволяет достигать любую степень влажности, обеспечивая при этом высокое качество древесины. Разработка входит в одно из Основных направлений модернизации экономики России (Энергосбережение и повышение энергоэффективности). Предложенный способ является новым эффективным решением в области деревянного домостроения.

Активное продвижение разработки идет в течение последнего полугодия. За это время она была представлена на различных конференциях. Проект выиграл финансирование по программе «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия малых форм предприятия в научно-технической сфере на 2011–2012 гг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Деревянное домостроение от проекта до станка: специализированный информационный вестник.
2. Тетерин Л.А. Применение установок с СВЧ-нагревом древесины для сушки лесоматериалов / Л.А. Тетерин, Г.П. Паничев. – М., 2003. – 55 с.

УДК 674.093.2-413.84

ОБНАРУЖЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛАХ В ЗОНЕ ПРОПИЛА

В.М. Головач,

к.т.н., доцент,

З.С. Сирко,

к.т.н., доцент НУБиП Украины, г Киев, Украина

vale_go@mail.ru

В статье рассматриваются методы и особенности обнаружения металлических включений в древесных материалах в зоне пропила.

Контроль металлических включений в древесине решает проблему защиты режущего инструмента от поломок и затупления, позволяет увеличить срок службы пил, уменьшить простой оборудования, повысить качество продукции.

Существует много методов обнаружения металлических включений в различных материалах, но не всегда их можно применить к древесине. Поэтому разработка системы выявления металлических включений в древесных материалах есть актуальной.

Ниже изложены наиболее пригодные для деревообработки методы определения твердых включений в древесине [1, 2].

- Ультразвуковой метод. Неоднородности в материалах определяются путем фиксации в датчике-приемнике отраженных звуковых колебаний, которые посылают в исследуемую среду датчиком – излучателем. Метод позволяет определять практически любые включения в исследуемых материалах. Необходимость контакта датчиков с исследуемой средой практически не позволяет применять этот метод в непрерывном производстве изделий. Метод может применяться для точной локализации твердых включений в древесине ручным способом.

- Диэлькометрический метод. Неоднородности определяются по изменению электрических параметров датчика, который представляет собой развернутый конденсатор. Метод может применяться только для изделий, имеющих стабильные характеристики: плотность древесины, размеры, влажность.

- Изотопный. Метод универсальный, однако имеет проблемы с экологией.

В настоящее время для выявления металлических включений наиболее широко применяется электромагнитный метод. Сущность метода состоит в измерении изменений электрических параметров катушки индуктивности при внесении в ее магнитное поле металлического предмета.

На базе этого метода разработаны и продолжают разрабатываться различные устройства.

Рассмотрим некоторые решения, которые нашли наиболее широкое применение в промышленности – металлоискатели по принципу «передача-прием». Принцип действия устройства заключается в регистрации отраженного сигнала от металлического предмета. Устройство содержит две катушки: приемник и передатчик.

Катушки размещают таким образом, чтобы в приемнике не было сигнала при отсутствии металла.

- Металлоискатели на биениях. Принцип действия заключается в регистрации разности частот от двух электрических генераторов. Один из генераторов вырабатывает сигналы стабильной по частоте, а другой содержит датчик – катушку индуктивности в контуре частотнозависимой цепи. При отсутствии металла устанавливают нулевую разность частот. При внесении в поле приемочной катушки металла появляется разность частот, которую регистрируют. Регистрация может быть разная: звуковая, световая, цифровая. Дальность выявления таких приборов невысокая. Приборы могут применяться как для локального выявления металла так и для больших поверхностей. Площадь контроля зависит от конструктивных параметров приемочной катушки.

- Металлоискатели по принципу электронного частотомера. Принцип действия похожий на предыдущий, но имеет ряд преимуществ: возможность селекции типа металла, высокая чувствительность и компактность. Может применяться в деревообработке для поиска металлов вручную, а также может быть встроенный в технологический поток.

- Импульсные металлоискатели. В отличие от приборов по принципу «передача – прием» в импульсных металлоискателях применяют временной способ деления излучаемого и отраженного сигналов, который позволяет использовать одну катушку. После подачи импульса на катушку последняя переключается на режим приема. Измеряют затухающий импульс тока. К недостаткам импульсных металлоискателей можно отнести сложность аппаратуры, высокий уровень радиопомех, что может приводить к сбоям работы устройства при установке его непосредственно в технологических линиях.

- Радиолокаторы. В этих устройствах применяют достижение современной микроэлектроники СВЧ, компьютерной обработки полученных сигналов.

Устройства разрешают обнаруживать металл на больших расстояниях. Однако из-за сложности и высокой стоимости, применение этих устройств в деревообработке нецелесообразно.

Авторами проведены исследования и разработана системы обнаружения металлических включений в зоне пропила при раскраивании плитных материалов в процессе их производства [2]. Проблема влияния металлического окружения зоны измерения решена путем фильтрации помех и автоматической настройки схемы измерения в начальное состояние при отсутствии пиломатериала в зоне измерения.

Электронная схема системы выявления металлических включений в зоне пропила была разработана на базе современных операционных усилителей [3]. Вычислительные и регулирующие функции системы были реализованы на базе современных микропроцессоров фирмы «Atmel». Анализ работы различных схем позволил выбрать схему с наибольшей чувствительностью и стабильностью работы. Система содержит: микропроцессор, датчик обнаружения металлических включений, схемы: согласования микропроцессора со схемами управления процессором и коммутации; блоки: выбора задания, цифровой и световой индикации, коммутации и питания.

Программа, управляющая процессом обнаружения металлических включений в древесине, выполняет следующие основные функции:

- преобразует значение сигналов на выходе датчика обнаружения металлических включений в соответствующие значения для работы с входными портами микропроцессора;

- вычисляет среднее значение сигналов за определенный отрезок времени;
- фильтрует случайные сигналы на выходе измерительной схемы;
- сравнивает сигналы на выходе измерительной схемы с заданным значением;
- выдает сигнал при выходе значения измерительной схемы за границы заданного значения;
- переводит значение сигналов в цифровой код, необходимый для выдачи на цифровое табло.

На рис. 1 показана блок-схема алгоритма работы программы системы.

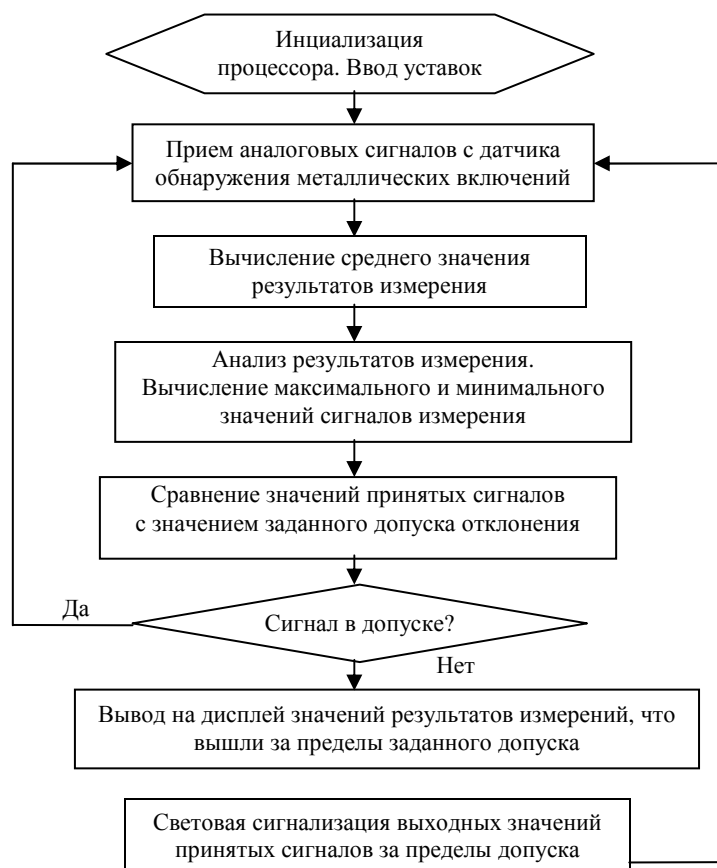


Рис. 1. Блок-схема системы

В таблице 1, приведены результаты работы системы обнаружения металлических включений в зоне пропила, полученные при проверке работоспособности системы в производственных условиях.

Таблица 1

Результаты работы системы

Характеристики металлических образцов	Винт М3	Гайка М5	Гайка М6, бронза	Винт М6×30	Шайба Ø 6мм	Монета 1 коп.	Монета 5 коп.
Расстояние обнаружения, мм	35	45	35	50	40	60	70

Для контроля древесностружечных плит определен минимальный размер металлического включения, которое может обнаружить система непосредственно на главном конвейере во время движения плиты.

Участок плиты длиной 1м проходит по конвейеру мимо места замера за $t = 5$ с. Количество отсчетов датчика при заданной скорости плиты и инерционности датчика $t_i = 0,01$ с равняется:

$$n = t / t_i = 5 / 0,01 = 500 .$$

Таким образом, размер наименьшего металлического включения которое система может обнаружить при такой скорости равняется $1/500 = 0,002 = 2$ мм, что достаточно для производственных условий.

Таким образом, система может эффективно реагировать на металлические включения, которые имеют угрозу к режущему инструменту станка.

Анализ полученной информации показал:

- чувствительность и инерционность выбранного индукционного метода обнаружения металлических включений достаточна для производственных условий;
- разработанная электронная схема эффективна, выполнена из современных радиоэлектронных элементов, имеет очень большую чувствительность, стабильна во времени;

- недорогая, имеет минимум наладочных элементов, может просто налаживаться в производственных условиях;
- разработанные алгоритмы для измерительной схемы показали высокую эффективность и в дальнейшей работе могут совершенствоваться.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адаменко М.В. Металлоискатели/ М.В. Адаменко. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 96с.
2. Патент України №61388, Пристрій для виявлення металевих включень у деревині.
3. Бродин В.Б. Микроконтроллеры / В.Б. Бродин, И.И. Шагурин. – М.: ЭКОМ, 1999.

УДК 674.07:621.795

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЭЛЕМЕНТАХ ИГРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Т.И. Карасова,

к. э. н., доц., ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ

С.В. Волженкова,

студентка гр.07-Д-4, ФГБОУ ВПО КГТУ

В статье рассмотрено качество защитно-декоративного покрытия и дано заключение о стойкости покрытия к атмосферному воздействию и прогноз на будущее.

Прошлым летом, а именно 20 июня 2011 года на дворовой территории, прилегающей к домам по улицам Катущечной, 94 и Боевой, 70 в г. Костроме состоялось открытие детской игровой площадки. А еще раньше в сентябре 2010 года родилась идея представить на Областной конкурс «Шаг в будущее» дизайн-проект детской дворовой площадки. Выбор тематики дизайн-проекта был основан на мотивах сказки «Золотой ключик». Персонажи сказки: Буратино, Пьеро, Мальвина, Карабас Барабас, лиса Алиса, кот Базилио, черепаха Тортилла воплощены в игровые элементы детской площадки. Главный персонаж – Буратино, которого «...бедный папа Карло выстругивает из полена...». Все элементы игрового оборудования изготовлены из материалов древесного происхождения и отходов деревообрабатывающего производства (рис. 1).



Рис. 1. Фото детской дворовой площадки

Элементы игрового оборудования имеют сложную конструкцию, поэтому восстановление защитно-декоративного покрытия потребует много сил и средств. Чтобы произвести оценку качества защитно-декоративного покрытия и спрогнозировать срок его службы, необходимо было провести научные исследования по определению стойкости покрытий эмалями НЦ-132; НЦ-132К и ПФ-115. Для прогнозирования срока службы элементов игрового оборудования проведены измерения толщины

пленки защитно-декоративного покрытия эмалями НЦ-132 и НЦ-132К, и стойкости к воздействию влаги защитно-декоративного покрытия эмалями ПФ-115.

На момент проведения испытаний игровое оборудование эксплуатировалось на открытом воздухе в течение 7200 ч.

Долговечность покрытия зависит от множества факторов: природы применения лакокрасочных материалов; физико-химического воздействия окружающей среды; физико-механических свойств самого покрытия, которые зависят от свойств лакокрасочных материалов. Оценить долговечность лакокрасочного покрытия можно, используя ускоренный метод испытания, который раскрывает физический смысл энергии активации процесса старения, пленки лакокрасочного покрытия в течение времени.

Для более быстрого изменения характеристик были заданы более жесткие условия протекания процесса, изменения перепадов температуры и влажности, чем это бывает в реальных условиях. Разница в толщине защитно-декоративного покрытия после каждого цикла испытаний определялась по формуле: $P_s = ((1 h_2 - h_1) / h_1) \times 100 \%$. График изменения толщины покрытия от времени цикла представлен на рис.2.

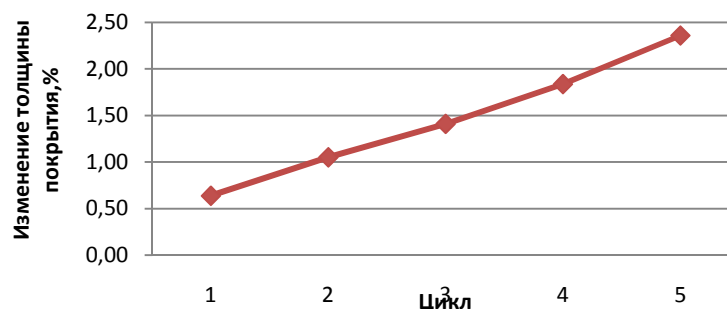


Рис. 2. Изменение толщины покрытия эмалями НЦ-132 по циклам

Снижение прочности, рост степени расслаивания покрытия по мере удлинения ускоренных испытаний, выражается показательной функцией разной сложности, начиная от простой

$$S = ae^{bt},$$

где S – старение защитно-декоративного покрытия.

Время для изменения искомого свойства на одну и ту же долю должно быть значительно меньше при ускоренных испытаниях, чем в реальных условиях. Так как при ускоренных испытаниях время приводится к циклам, можно сравнивать производные от функций естественных и ускоренных испытаний.

После проведения испытаний в экстремальных условиях ($t_{\text{пара}} = -27 \text{ }^\circ\text{C}$) был сделан прогноз срока службы игрового оборудования, выполненного из фанеры марки ФК, отделанной защитно-декоративными покрытиями (эмалями НЦ-132 и НЦ-132К). Сопоставляя и анализируя данные испытаний качества защитно-декоративного покрытия НЦ-132, НЦ-132К на игровом оборудовании, произойдет незначительное изменение по толщине не менее чем через 5 лет. Следовательно, целесообразно его обновить на 6 год эксплуатации площадки.

При действии на покрытие температурно-влажностных факторов получим: усталость покрытия развивается как результат действия температурно-влажностных напряжений, развивающихся вследствие различия в свойствах полимера и древесины.

Время для изменения искомого свойства на одну и ту же долю должно быть значительно меньше при ускоренных испытаниях, чем в реальных условиях. Так как при ускоренных испытаниях время приводится к циклам, можно сравнивать производные от функций естественных и ускоренных испытаний. Перевод числа циклов ускоренных испытаний на реальный срок эксплуатации покрытия возможен только на основании предварительного сопоставления изменения прочности при заданном сроке эксплуатации со снижением прочности покрытий при циклах. Это связано с тем, что вид экспоненциальных функций при ускоренных и натуральных испытаниях может различаться.

Можно сделать вывод, что если 40 проведенных циклических испытаний сохраняют 60% начальной величины, то изделие должно успешно эксплуатироваться в естественных условиях в течение $10 \div 30$ лет.

Статистические расчеты показали, что 5 циклов испытаний защитно-декоративного покрытия НЦ-132 привело к изменению толщины на 2,5%, а НЦ-132К – на 3,5%, что соответствует эксплуатации в реальных условиях не менее 5 лет.

Прогнозирование долговечности защитно-декоративного покрытия ПФ-115 проводилось на декоративном ограждении площадки – заборной дощечке. Элементы ограждения выполнены из отходов фанерного производства – карандаша.

Береза относится к рассеяннососудистым листовным породам, имеет довольно высокую плотность, 640 кг/м^3 , сильно усыхает и разбухает, имеет самый высокий коэффициент усушки по объему

0,54, и коэффициент разбухания – 0,64. Поэтому перепад температур и влажности в древесине приведет к изменению физических свойств древесины и возникновению покоробленностей.

Способность древесины поглощать влагу или пары воды из окружающего воздуха называется влагопоглощением. Влагопоглощение является отрицательным свойством древесины. Сухая древесина, помещенная в очень влажную среду, сильно увлажняется, что ухудшает ее физико-механические характеристики, снижает биостойкость и прочие свойства. Для защиты древесины от влияния влажного воздуха, на поверхность деревянных деталей или изделий наносят защитно-декоративные покрытия различными лакокрасочными материалами. Одновременно с влагопоглощением, присутствовало и водопоглощение, что привело к возникновению влажностных напряжений. Те зоны, которые находились в непосредственном контакте с водой – верхняя часть заборной дощечки – осенью и ранней весной (в сезон дождей), и нижняя часть – зимой под снегом. В результате под воздействием влаги у заборных дощечек могли появиться трещины, как внутренние, так и на поверхности, что повлекло за собой нарушение целостности конструкции и могло привести к ухудшению внешнего вида изделия.

В процессе наблюдения было выявлено, что из 400 установленных заборных дощечек полное разрушение лакокрасочного покрытия произошло у 16 штук. Частичное разрушение получили 35 дощечек. У остальных отклонения в нарушении защитно-декоративного покрытия не обнаружено.

После проведения исследований установлено, что в целях сохранения внешнего вида защитно-декоративных покрытий и в целом всей площадки, а также увеличения времени эксплуатации игрового оборудования целесообразно обновлять защитно-декоративное покрытие НЦ-132, НЦ-132К каждые 6 лет, а ПФ-115 каждые 4 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник мебельщика / Б.И. Артамонов, В.П. Бухтияров, А.А. Вельк и др.; под ред. В.П. Бухтиярова – 3-е изд., перераб. – М.: МГУЛ, 2005. – 600 с.
2. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений / А.С. Фрейдин. – М., Химия, 1971. – 256 с.

УДК 674.032.477.627.2.028.9

О ВЛИЯНИИ СМАЧИВАНИЯ СВЯЗУЮЩИХ НА КАЧЕСТВО СКЛЕИВАНИЯ СЛОИСТОЙ КАРАНДАШНОЙ ДОЩЕЧКИ

А.Г. Гороховский,

д-р техн. наук, профессор,

Е.В. Шадрина,

аспирант, ФГ БОУ ВПО УГЛТУ, г Екатеринбург, РФ.

elena_vic_9@mail.ru

В статье исследуется влияние смачивания связующих на качество склеивания слоистой карандашной дощечки.

Традиционная технология карандашной дощечки заключается в обработке пиленой древесины кедра аммиачной водой и ее пропитке парафином [1]. Новая технология дощечки предполагает использование модифицированной древесины березы как альтернативу древесине кедра. Основной задачей разрабатываемой технологии является сбережение ценнейшей древесины кедра для карандашного производства. Во-первых, предлагается принципиально изменить саму конструкцию дощечки – выполнить ее клееной из листов лущеного шпона с одинаковым продольным направлением волокон древесины [2]. Во-вторых, после проведения операции термической модификации шпона в органическом теплоносителе планируется придать древесине березы требуемую пластичность и гигроскопичность.

Нормативными документами на кедровую карандашную дощечку, изготовленную по традиционной технологии, не предусмотрены конкретные показатели физико-механических свойств. Была поставлена задача изучить эти показатели, тем более что конструкция дощечки новая, и прочность склеивания зависит от многих факторов.

Предлагаемая технология дощечки включает в себя ряд важных технологических операций: термическая модификация шпона в масле, сборка листов обработанного шпона в пакет, холодное склеивание и технологическая выдержка клееных заготовок.

В новой технологии склеивание – один из ключевых технологических процессов, который обеспечивает возможность рационального и комплексного использования древесных ресурсов в результате замены ценной древесины кедра древесиной березы в виде лущеного шпона. Первостепенная задача склеивания – обеспечить необходимую прочность и стойкость клеевого соединения в условиях эксплуатации готового изделия [3] или, как в нашем случае, полуфабриката для будущего карандаша.

Прочность клеевого соединения карандашной дощечки зависит от следующих факторов: от продолжительности термической модификации шпона в масле; от наличия теплоносителя в шпоне и на его поверхности; от вида связующего; от влажности древесины; от расположения листов шпона в дощечке относительно друг друга; от способа склеивания; от достаточного смачивания склеиваемых поверхностей клеем.

После модификации некоторое количество масла содержится в обработанном шпоне и на его поверхности, при этом влажность шпона не превышает 3–4%. Поэтому используемый клей должен обладать высокой клеящей способностью при малой стоимости и низкой токсичности. Для склеивания дощечки нами использовался клей на основе дисперсии ПВА, создающий прозрачный, прочный и пластичный клеевой слой. Вторым видом используемого связующего был выбран низкотоксичный доступный карбамидный клей холодного отверждения на основе смолы КФ-МТ-15 с добавлением отвердителя (щавелевой кислоты).

Известно, что при холодном склеивании уплотнение шпона не превышает 2–4% [4]. Минимальная упрессовка шпона, а также продольное направление волокон древесины в пакете обеспечивают практически одинаковое сопротивление усилию резания склеенных карандашных дощечек, что положительно влияет на чиночные свойства будущих карандашей.

Смачивание модифицированного шпона клеем – одна из характеристик адсорбции, которая характеризует возможность поглощения поверхностью модифицированной древесины раствора клея, взаимодействие между микрочастицами контактирующих веществ, а также способность клея распределяться по поверхности обработанного шпона.

Удовлетворительное протекание адсорбционных явлений способствует сближению молекул клея и древесины, что обеспечивает образование прочных связей [3]. Поэтому одним из направлений наших исследований является оценка краевого угла смачивания связующих как условие качественного склеивания модифицированной слоистой древесины.

Для определения угла смачивания выбранных связующих на поверхности модифицированного шпона использовался предметный столик, горизонтальный микроскоп МИР-2, пипетка. Краевой угол смачивания θ определялся через тангенс угла θ , который рассчитывался по формуле [3]:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{4dh}{(d^2 - 4h^2)}, \quad (1)$$

где d, h – диаметр и высота капли, мм.

Для получения достоверного результата было произведено по 30 замеров. Результаты измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели угла смачивания связующих

Модифицированная древесина+вода	80°
Немодифицированная древесина+ПВАД	20°
Модифицированная древесина+ПВАД	34°
Немодифицированная древесина+карбамидный клей	62°
Модифицированная древесина+карбамидный клей	71°

Из приведенных экспериментальных результатов можно сделать вывод о том, что на ухудшение смачивания поверхности модифицированной древесины связующими отрицательно влияют два фактора: минимальное количество масла на поверхности шпона после модификации и малая влажность образцов.

Следует отметить, что смачивание древесины связующим при нормальных условиях не является обязательным при склеивании [3], поэтому было необходимо провести склеивание карандашных заготовок и их испытание на прочность при скалывании вдоль волокон. Данные испытания проводились на сухих образцах согласно ГОСТ 9624–93. Предел прочности при скалывании ($\tau_{ск}$, Н/м²) рассчитывался по формуле:

$$\tau_{ск} = \frac{P_{\max}}{d \times l}, \quad (2)$$

где P_{\max} – нагрузка, при которой происходит скалывание, Н;

d, l – соответственно ширина и длина зоны скалывания, мм.

Количество испытуемых образцов, соответствующих определенному режиму модификации и склеивания шпона, составляло 5.

Результаты экспериментов на прочность при скалывании вдоль волокон образцов карандашных заготовок, склеенных ПВАД, представлены на рис. 2.

ВЫВОДЫ

1. Обработанная древесина медленно поглощает воду, следовательно, ее содержание в связующем должно быть минимизировано (концентрация ПВАД $50 \pm 3\%$).

2. Для качественного склеивания слоистого карандашного полуфабриката время нахождения проклеенного пакета шпона под прессом должно быть достаточно продолжительным (24 часа).

3. Практически полное смачивание поверхности модифицированного шпона дисперсией ПВА обусловлено наличием специальных добавок в ее составе. Такой полимерный компонент как гидроскилцеллюлоза (далее ГЭЦ) является высокоэффективным загустителем и обеспечивает хорошую клеящую способность. В водном растворе ГЭЦ является поверхностно-активным веществом, а значит, концентрируясь на поверхности раздела фаз, вызывает снижение поверхностного натяжения связующего, тем самым уменьшая краевой угол смачивания [5].

4. Карбамидный клей холодного отверждения не способен склеить модифицированный шпон (наблюдается лишь явление прилипания).

5. Полученные показатели смачивания доказывают возможность адсорбции и поглощения дисперсии ПВА поверхностью модифицированного шпона, обеспечивая при этом образование достаточно прочного клеевого соединения: в среднем от 0,5 до 1,2 МПа в зависимости от режимов модификации и склеивания шпона (упрессовка шпона не превышает 3–4%).

6. При увеличении времени модификации шпона, предел прочности при скалывании вдоль волокон значительно снижается. Скалывание в начальной стадии модификации (до 3 мин.) происходит, в основном, по древесине, а при большем времени намечается тенденция скалывания по клеевому слою. Это объясняется увеличением количества масла в шпоне при длительной модификации и ухудшением смачиваемости поверхности. Увеличение давления прессования способствует наилучшему контакту листов шпона и более прочному их склеиванию.

7. Для получения качественных клеевых карандашных заготовок можно рекомендовать проведение модификации шпона в масле не более 1-2 мин. при температуре масла 160-200° и дальнейшее склеивание шпона в карандашные заготовки при давлении прессования 0,6–0,8 МПа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобрикова Т.И. Производство карандашей / Т.И. Бобрикова, Д.П. Ершов. – Томск: Западно-Сибирское книжное изд-во, 1975. – С. 217.
2. Патент на полезную модель № 100757. Способ получения карандашной дощечки / А.В. Дружинин, Е.В. Шадрин. – М., 2010. – С. 2.
3. Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины: монография / А.Н. Чубинский. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 1992. – С. 164.
4. Волынский В. Н. Технология клеевых материалов: учебное пособие / В.Н. Волынский. – Изд-во АГТУ, 2003. – С. 280.
5. Данные сайта: academy-miracles.ru

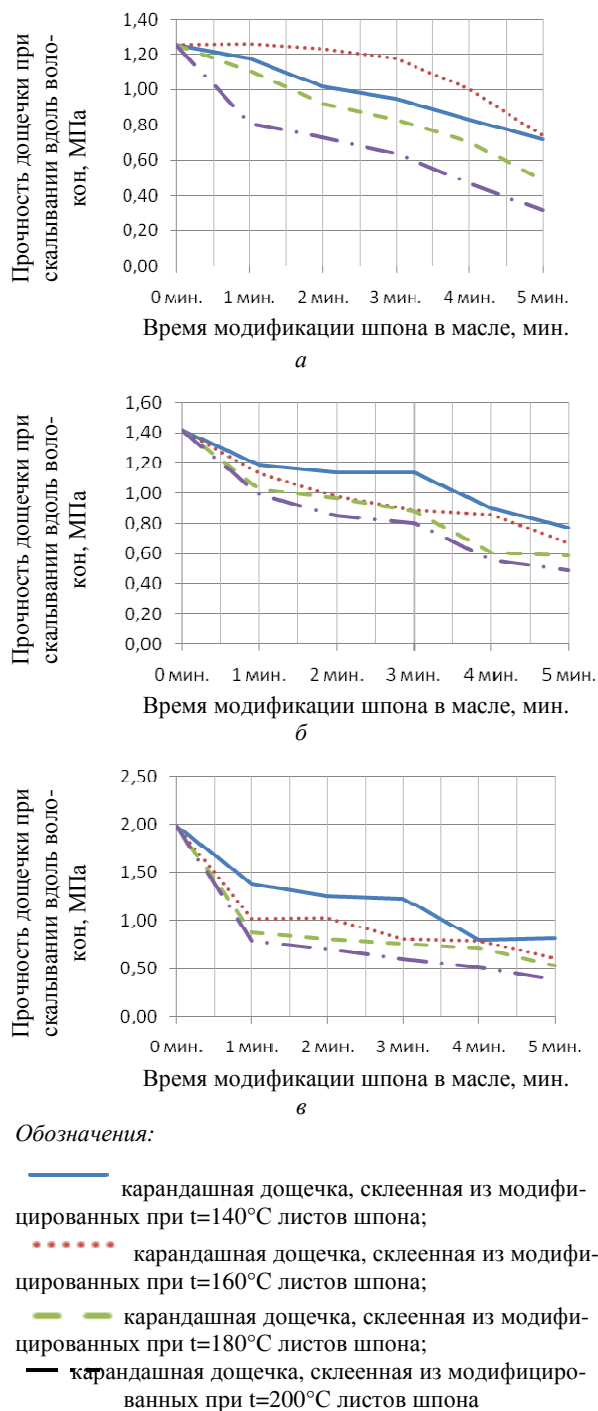


Рис. 2. Результаты испытаний клеевых карандашных заготовок на прочность при скалывании вдоль волокон: а – заготовки, склеенные при давлении 0,6 МПа; б – заготовки, склеенные при давлении 0,8 МПа; в – заготовки, склеенные при давлении 1 МПа

СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ХВОЙНОГО ПИЛОВОЧНИКА И ПИЛОПРОДУКЦИИ ИЗ НЕГО

В.В. Кислый,

канд. техн. наук директор фирмы «МП «ДОМ», г. Балабаново Калужской обл., РФ
mpdom@mail.ru

В статье изложены новые методы нормирования основных пороков хвойного пиловочника, принципы его сортообразования, обоснована связь предлагаемых сортов пиловочника с сортами пиломатериалов и выходом заготовок и деталей.

Качество требуемой пилопродукции (пиломатериалов, заготовок, деталей) определяют, исходя из условий их применения, по двум основным критериям: физико-механические свойства древесины, характеризующие древесную породу, и нормы ограничения пороков древесины на поверхности пилопродукции. Нормирование же пороков в пиловочнике и в пилопродукции принято осуществлять разными методами, что не обеспечивает рационального использования древесного сырья.

Проблема несоответствия методов нормирования пороков в пиловочнике методам нормирования пороков в получаемой из него пилопродукции, как одна из основных причин образования отходов древесины при раскросе бревен и пиломатериалов, обозначена и в общем виде сформулирована в середине прошлого века проф. С.Я. Лапиров-Скобло и проф. П.П. Аксеновым [1, 2].

Например, сучки на поверхности бревен измеряют и учитывают в абсолютных размерах, а в пилопродукции – в долях ширины её сторон; торцовую гниль нормируют в долях диаметра бревна, а в пилопродукции – по доле площади её сторон; кривизна бревен оценивается в процентах их длины и т.п. Это влияет не только на выход конечной пилопродукции и на точность планирования требуемых объемов пиловочника, но и затрудняет возможность автоматизации процесса оценки качества пиловочника.

Многочисленными исследованиями установлено, что качество хвойного пиловочника с достоверностью не ниже 0,95 оценивается по наличию и размерам трех основных пороков – сучки, гнили, кривизна [3]. При этом 15–20 процентов сосновых и еловых бревен и до 30 процентов лиственничных бревен не имеют пороков сортоопределяющих размеров, т.е. являются отборным хвойным пиловочником. Гнили и кривизна снижают объемный выход пиломатериалов, прежде всего обрезных, а сучки влияют на сортность пиломатериалов и, как следствие, на объемный выход заготовок и деталей.

Практикой лесопильного производства доказана зависимость выхода кондиционных пиломатериалов от размера торцевых гнилей в бревнах, нормируемых в долях диаметра пиловочника. Такой же метод нормирования кривизны бревен, т.е. стрелы прогиба в долях вершинного диаметра пиловочника, позволяет оценивать возможное снижение объемного выхода обрезных пиломатериалов прямо пропорционально норме кривизны [3]. Например, объемный выход таких пиломатериалов уменьшается на 20 %, если бревно с вершинным диаметром 20 см имеет кривизну 4 см, т.е. 0,2 вершинного диаметра. Следовательно, гниль и кривизна бревен, как основные пороки, влияющие на объемный выход пиломатериалов, могут нормироваться в долях вершинного диаметра бревен, как основного технологического параметра пиловочника.

Возможность нормирования сучков, имеющих на поверхности бревен, в долях их вершинного диаметра, исследовалась нами на основе и с учетом следующих посылок:

- в пилопродукции сучки нормируются не в их абсолютных размерах, а в долях ширины досок, заготовок и деталей, т.е. на пластьях пилопродукции размер сучков может быть больше, чем на её кромках;
- сучки сортоопределяющих размеров размещаются на поверхности бревен не равномерно, а по некоторым типам концентрации. Тип концентрации определяется преимущественным размещением таких сучков на части поверхности бревна, являющейся дугой сектора поперечного сечения бревна; при четырех секторах поперечного сечения образуются четвертины такого сечения;
- около половины хвойного пиловочника имеет сучки сортоопределяющих размеров только на одной четвертине, почти треть бревен – на противоположных четвертинах, а каждое седьмое-восьмое бревно имеет такие сучки на двух смежных четвертинах, т.е. около 90 % хвойного пиловочника имеет явно выраженные типы концентрации сучков [4];
- перед раскросом бревен на обрезные пиломатериалы следует учитывать тип концентрации имеющих сучков и ориентировать бревна так, чтобы сучки сортоопределяющих размеров размещались на кромках получаемых необрезных брусев, а при раскросе брусев – на пластьях получаемых досок;
- оптимальная толщина необрезного бруса обычно принимается равной 0,7 вершинного диаметра бревна, определяя тем самым отношение ширины обрезных досок к вершинному диаметру бревна.

Следовательно, сортность хвойных пиломатериалов (по ГОСТ 8486), имеющих сучки на пластьях досок, может быть определена по отношению размера сучков к вершинному диаметру бревен.

На основе этих положений исследована и доказана возможность нормирования сучков на хвойном пиловочнике в долях вершинного диаметра бревен и связь такого метода нормирования с сортностью получаемых обрезных пиломатериалов [5]. На этой основе предложены новые принципы сортообразования

хвойного пиловочника (см. табл. 1). Предлагаемое сортообразование хвойного пиловочника позволит, во-первых, объективно оценивать стоимость высококачественного пиловочника, соответствующего нормам отборного сорта и необходимого для изготовления наиболее ответственных деревянных деталей различного назначения, и, во-вторых, расширить ресурсы хвойного пиловочника за счет введения четвертого сорта, из бревен которого можно получить пиломатериалы и детали вспомогательного назначения.

Таблица 1

Зависимость сортности пиломатериалов и оптимального выхода заготовок и деталей от норм ограничения сучков на пиловочнике

№ п/п	Сорт (группа качества) пиловочника	Размер сучков, в долях вершинного диаметра бревна	Сорт получаемых пиломатериалов (по ГОСТ 8486)	Заготовки и детали строительного назначения требуемого качества (по наличию сучков)
1	Отборный	Отсутствие сучков на поверхности бревен	Отборный	1.1. Детали фрезерованные (погонаж) под прозрачную отделку (по ГОСТ 8482) 1.2. Детали форточек, раскладки и т.п. детали окон (по ГОСТ 23166) 1.3. Раскладки, обкладки, нащельники дверей (по ГОСТ 475) 1.4. Лицевые слои несущих деревянных клееных конструкций (по п. 1.1) 1.5. Архитектурно-декоративные детали (карнизы, подзоры, лобовые доски и др.) малоэтажных жилых зданий (по п.1.1)
2	Первый	до 0,175	Первый-второй	2.1. Первая группа деталей для конструкций малоэтажных жилых зданий (по ГОСТ 11047) 2.2. Детали створок, фрамуг, импостов и др. детали окон (по ГОСТ 23166) 2.3. Детали каркаса полотна, филенок, обвязок дверей (по ГОСТ 475) 2.4. Детали фрезерованные (погонаж) под непрозрачную отделку (по ГОСТ 8482)
3	Второй	до 0,35	Второй-третий	3.1. Вторая группа деталей для конструкций малоэтажных жилых зданий (по ГОСТ 475) 3.2. Коробки окон и дверей (по ГОСТ 23166 и ГОСТ 475) 3.3. Нелицевые поверхности фрезерованных деталей (по ГОСТ 8482) 3.4. Внутренние слои несущих деревянных клееных конструкций (по п. 3.1)
4	Третий	до 0,70	Четвертый	4.1. Третья группа деталей (по ГОСТ 11047)

Для изучения приемлемости способа нормирования сучков для минимизации и даже исключения отходов из-за несоответствия качества раскраиваемых пиломатериалов качеству получаемых из них заготовок и деталей был проанализирован массив действующих нормативных документов, регламентирующих требования к заготовкам и деталям строительного назначения, для получения которых используется большинство хвойных пиломатериалов [6]. Установлено, что все многообразие требований по наличию и размерам сучков в этой пилопродукции может быть синтезировано тремя группами заготовок и деталей. Эти группы оптимально соответствуют определенным сортам пиломатериалов, когда идентичны их поперечные сечения.

Обобщенные результаты исследований представлены в табл.1, иллюстрирующей прямую зависимость сортности пиломатериалов и получаемых из них заготовок и деталей от размера сучков на поверхности хвойного пиловочника.

Практическую значимость имеют следующие результаты исследований:

1. Нормирование основных пороков хвойного пиловочника в долях вершинного диаметра бревен:

- объективно учитывает степень влияния этих пороков на объемный и посортный выход пиломатериалов;
- позволяет более успешно решать задачи автоматизации оценки и контроля качества хвойного пиловочника;
- обеспечивает лесопильно-деревообрабатывающим предприятиям возможность точного планирования объемного и посортного выхода пиломатериалов и рационального их раскроя на заготовки и детали конкретного назначения;
- позволяет расширить ценовой диапазон хвойного пиловочника и его объемные ресурсы.

2. Качество хвойного пиловочника с высокой степенью достоверности может оцениваться по наличию и размерам всего трех основных пороков – сучков, гнилей, кривизны. Другие пороки по встречаемости и влиянию на выход пилопродукции менее значимы, но могут дополнительно нормироваться по условиям договоров между поставщиками и потребителями хвойного пиловочника.

3. Система оценки качества хвойного пиловочника и получаемой из него пилопродукции на основе полученных результатов позволяет существенно упростить нормирование их качества, унифицировать требования по наличию и размерам сучков в заготовках и деталях, сократить затраты времени на оценку качества пиловочника и пилопродукции без снижения её точности и достоверности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лапиров-Скобло С.Я. Лесное товароведение / С.Я. Лапиров-Скобло. – М.: Высшая школа, 1968.
2. Аксенов П.П. Теоретические основы раскря пиловочного сырья / П.П. Аксенов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960.
3. Кислый В.В. Оценка качества продукции лесной и деревообрабатывающей промышленности / В.В. Кислый. – М.: Лесная промышленность, 1975.
4. Кислый В.В. Нормирование пороков пиловочника хвойных пород / В.В. Кислый // Деревообрабатывающая промышленность. – 1983. – № 8.
5. Кислый В.В. О системе нормирования качества хвойного пиловочника и пилопродукции из него / В.В. Кислый // Современные проблемы переработки древесины: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – СПб: СПб ГЛТА, 2011.
6. Кислый В.В. Унификация параметров качества деревянных деталей строительного назначения / В.В. Кислый // Современные проблемы переработки древесины: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – СПб: СПб ГЛТУ, 2012.

УДК 674.093.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДА ПИЛОПРОДУКЦИИ ПРИ РАСКРОЕ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ С КОЛЬЦЕВЫМИ ПОРАЖЕНИЯМИ, ВЫЗВАННЫМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

В.Ф. Краснова

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
felix878@yandex.ru

М.А. Ведерникова

студентка ЛПФ, специальность ТД ФГБОУ ВПО ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

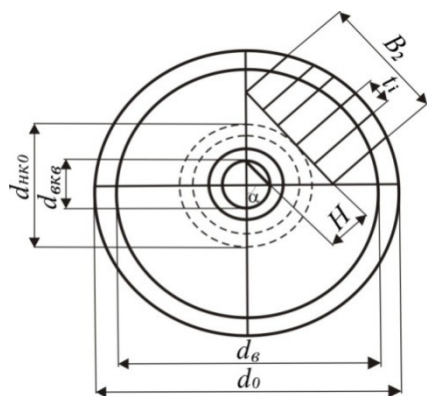


Рис. 1. Схема раскря круглого лесоматериала, имеющего кольцевые поражения смежных годовичных слоёв

Способ раскря круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения смежных годовичных слоёв из-за воздействия низких температур, предполагает раскря круглых лесоматериалов на секторы в продольном направлении [1]. Количество секторов может быть от 4 до 8. Каждый полученный сектор, в свою очередь делится на сердцевинную часть, поражённую часть и периферийную часть сектора, которая в дальнейшем делится на пиломатериалы и боковые части (рис. 1).

Объем пилопродукции, получаемый из круглых лесоматериалов с кольцевым поражением [2]:

$$V_{n/n} = V_I + V_{II} + V_{III} + V_{IV}, \quad (1)$$

где V_I – объем пиломатериалов, получаемых из секторов после удаления кольцевого поражения;

V_{II} – объем пилопродукции, содержащий кольцевое поражение;

V_{III} – объем пилопродукции из сердцевинной части секторов;

V_{IV} – объем пилопродукции из боковых частей секторов.

Периферийные части секторов раскраиваются на пиломатериалы. Объем пиломатериалов, получаемых из секторов после удаления кольцевого поражения:

- при четном числе пиломатериалов из сектора

$$V_I = 2N \sum_{i=1}^k t_i h_i l_i, \quad (2)$$

- при нечетном числе пиломатериалов из сектора

$$V_I = N(t_1 h_1 l_1 + 2 \sum_{i=2}^k t_i h_i l_i), \quad (3)$$

где N – число секторов;

t_i, h_i, l_i – соответственно толщина, ширина и длина i -го пиломатериала;

k – число пиломатериалов из одного сектора.

Число пиломатериалов из одного сектора при условии равной их толщины определяется по формуле:

$$k = \frac{d_{нк0} t g \frac{\alpha}{2} + 2 p_2}{t_i + y_{t_i} + p_2}, \quad (4)$$

где α – угол сектора;

p_2 – ширина пропила при распиловке периферийных частей секторов на пиломатериалы;

y_{t_i} – усушка по толщине i -го пиломатериала.

Если толщина пиломатериалов разная, то при определении ширины пиломатериала нужно следить, чтобы линейный расход на него не превышал оставшуюся пропиленную пластину периферийной части сектора, т.е. выполнялось условие:

- для четного постава

$$t_i + y_{t_i} \leq d_{нк0} t g \frac{\alpha}{2} - (p_2 + 2(t_1 + y_{t_1})) - 2 \sum_{i=2}^{i-1} (t_i + y_{t_i} + p_2), \quad (5)$$

- для нечетного постава

$$t_i + y_{t_i} \leq d_{нк0} t g \frac{\alpha}{2} - (t_1 + y_{t_1}) - 2 \sum_{i=2}^{i-1} (t_i + y_{t_i} + p_2). \quad (6)$$

Ширина i -го пиломатериала в произвольном поперечном сечении

- по внутренней пластине

$$h'_i = \frac{1}{2} \left(\sqrt{d^2 - 4 g_{\delta i}^2} - d_{нк0} - 2 p_1 \right), \quad (7)$$

- по наружной пластине

$$h''_i = \frac{1}{2} \left(\sqrt{d^2 - 4 g_{\delta i}^2} - d_{нк0} - 2 p_1 \right), \quad (8)$$

где $g_{\delta i}, g_{\delta i}$ – соответственно расстояние от оси круглого лесоматериала до внутренней и наружной пластин i -го пиломатериала;

p_1 – ширина пропила при распиловке круглого лесоматериала на секторы.

При определении ширины обрезных пиломатериалов достаточно определить ширину h''_i в вершинном торце. Если нужно определить среднюю ширину по длине i -го пиломатериала переменного поперечного сечения, то нужно найти среднее арифметическое четырех ширин h'_i и h''_i в вершинном торце и h'_i и h''_i в комлевом торце.

Объем пилопродукции, содержащий кольцевое поражение:

$$V_{II} = \frac{1}{2} (B_1 + B_2) NHL, \quad (9)$$

где B_1, B_2 – соответственно ширина внутренней и наружной пластин пилопродукции;

H – толщина пилопродукции;

L – длина круглого лесоматериала.

Ширина внутренней пласти пилопродукции

$$B_1 = (d_{вкв} - 2p_1) \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (10)$$

где $d_{вкв}$ – диаметр внутреннего кольца в вершине;

α – угол сектора;

p_1 – ширина пропила при распиловке пиловочника на секторы.

Угол сектора зависит от количества секторов, на которые раскраивается круглый лесоматериал:

$$\alpha = \frac{360}{N}. \quad (11)$$

Ширина наружной пласти пилопродукции

$$B_2 = d_{нк0} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - 2p_1 \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (12)$$

Толщина пилопродукции, содержащей кольцевое поражение

$$H = \frac{1}{2} \left(d_{нк0} - d_{вкв} \cos \frac{\alpha}{2} \right). \quad (13)$$

Определение размеров пилопродукции при удалении пораженного слоя параллельно образующей кольцевого поражения

Для увеличения выхода пиломатериалов и уменьшения объема низкокачественной пилопродукции предлагается производить выпиливание низкокачественной пилопродукции параллельно образующей кольцевого поражения. Таким образом, уменьшается толщина низкокачественной пилопродукции, а увеличивается ширина пиломатериалов из периферийных частей секторов. При данном способе раскря используются другие математические формулы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Способ раскря круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения древесины: пат. 2392111 Рос. Федерации: МПК В 27 В 1/00/ Торопов А.С., Торопов С.А., Шарапов Е.С., Краснова В.Ф., Христофоров А.В., Капитонов С.М.; заявитель и патентообладатель Марийск. гос. техн. ун-т. – №2008124073/03; заявл. 11.06.2008; опубл. 20.06.2010. Бюл. № 17.
2. Торопов, А.С. Совершенствование раскря дуба черешчатого, поражённого внутренней заболонью воздействием низких температур / А.С. Торопов, В.Ф. Краснова // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2011. – № 1. – С. 95–100.

УДК 674.093.26

РЕЛЬЕФНАЯ ФАНЕРА – УВЕЛИЧЕНИЕ ПРИБЫЛИ БЕЗ ЗАТРАТ

А.А. Лукаш,

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО БГИТА, г.Брянск, РФ.

mr.luckasch@yandex.ru

Е.А. Свиридова, Е.В. Уливанова,

студенты ФГБОУ ВПО БГИТА, г.Брянск, РФ.

В статье обоснована перспективность применения в строительстве нового отделочного материала с лучшими декоративными свойствами – фанеры с рельефной лицевой поверхностью.

Деревянное домостроение в России имеет большой потенциал развития. Спрос в жилищном строительстве превышает предложение более чем в два раза. На долю деревянных домов приходится не более 15% всего вводимого в эксплуатацию жилья – в пять раз меньше, чем в странах Европы. В США и Канады. Производство недорогих быстро возводимых домов каркасного типа с использованием клееной древесины существенно могло бы снизить остроту жилищной проблемы в нашей стране.

Несмотря на давнюю историю производства, фанера остается перспективным материалом, т.к. для ее изготовления используется наиболее ценная периферийная часть древесины. При изготовлении шпона не образуется опилок, а склеивании дает возможность существенно улучшить прочностные свойства. Склеивание шпона обычно осуществляется в многэтажных гидравлических прессах с плоскими плитами, из-за чего лист фанеры после прессования приобретает такую же плоскую поверхность. Повысить декоративные свойства можно придав поверхности объемный рисунок. В Брянской государственной инженерно-технологической академии на кафедре «Технология деревообработки» автором разработан новый вид фанерной продукции – рельефная фанера. Способ ее изготовления защищен патентом России [1].

Склеивание фанеры и создание объемного профиля на лицевой поверхности происходит одновременно под воздействием высокой температуры и давления. Для этого применяется съемная разнотолщинная накладка, которая укладывается перед прессованием на склеиваемый пакет. Изготовление нового вида фанеры с объемным рисунком на лицевой поверхности значительно улучшает ее декоративные свойства. Перспективным является применение такой фанеры в строительстве в качестве облицовочного материала (рис. 1).

Склеивание рельефной фанеры происходит следующим образом. При смыкании пресса нагревательная плита и накладка сжимают склеиваемый пакет шпона. Из-за разницы в толщине поперечного сечения приспособления степень сжатия шпона на различных участках будет различной. Различие в степени сжатия шпона приводит к различию в величине остаточных деформаций древесины, прессуемой на этих участках. Поверхность листа фанеры, которая соприкасалась с нагревательной плитой, получается плоской.

Другая лицевая поверхность листа фанеры, которая при прессовании соприкасалась с поверхностью накладки, получается с объемным рисунком (рельефной). Рисунок на поверхности является обратным фотографическим отображением рисунка накладки.

Рельефную фанеру предлагается использовать в качестве облицовочного материала, поэтому ее лицевая поверхность должна содержать минимальное количество дефектов обработки и пороков древесины. В лицевых слоях необходимо применять лущеный шпона с минимальным количеством дефектов – сорт Е. Починка шпона, основанная на вырубке дефектных мест и последующей заделкой их вставками из хорошей древесины недопустима т. к. они будут изгибаться и затем отслаиваться при попадании вставки на границу зон выступов и впадин пресс-формы при прессовании шпона. Количество дефектов в остальных слоях не регламентируется

В лицевых слоях должен использоваться прочный лущеный шпон толщиной не менее 1,5 мм. В противном случае на лицевой поверхности могут появиться трещины и расслоения. Сборка пакета шпона производится по тем же правилам, что и обычная фанера: симметричность относительно центрального листа; взаимная перпендикулярность направления смежных листов; нечетное их количество [2].

Качество склеивания определяется прочностью, надежностью и долговечностью клеевого соединения, наиболее важным из которых является прочность склеивания. Для оценки прочности склеивания применяется разрушающий метод, основанный на разрушении клеевого слоя при скалывании по клеевому слою.

Неравномерность распределения давления по поверхности обуславливает некоторые особенности при контроле качества склеивания рельефной фанеры. Как известно, с увеличением давления возрастает прочность склеивания. Величина давления на участках выступов будет больше, чем на участках впадин. Поэтому и прочность склеивания шпона с участков выступов будет больше, чем прочность с участков впадин. Условия нагрева наиболее удаленного от плиты пресса клеевого слоя пакета с участков впадин хуже, чем в других клеевых слоях. Поэтому и качество склеивания должно определяться именно в этом слое. Качество склеивания можно оценивается по прочности при скалывании по клеевому слою согласно действующему стандарту. Прочность склеивания должна определяться по ближайшему к лицевой поверхности клеевому слою [3].

Лицевой слой шпона должен иметь наименьшее количество дефектов (сорт Е). Требования к оборотным и внутренним слоям шпона не регламентируются. Поверхность листа лицевого слоя должна быть предварительно отшлифована. Починка лицевых листов шпона в шпонопочиночных станках не допускается. Для оценки качества склеивания образцы должны быть выпилены из зон впадин пресс-формы. Качество склеивания оценивается по пределу прочности при скалывании по клеевому слою, наиболее удаленного от плоской плиты пресса. Остальные параметры – размеры образцов, продолжительность выдержки в воде и др. согласно стандартной методике.

При оценке качества объемного рисунка на лицевой поверхности необходимо учитывать следующее. Основным отличием рельефной фанеры от традиционной – плоской является наличие выдавленного пресс-формой рисунка на ее лицевой поверхности. Чем сильнее виден рисунок (лучше он выделяется), тем лучше будет ее качество. Четкость выделения рельефа определяется разницей между толщинами непрессованной прессованной зонами. Эта разница толщин и будет определять качество рельефного рисунка – его глубину. Замеры можно производить микрометром или штангенциркулем.



і фанеры

В отличие от существующей методики определения остаточных деформаций (упрессовки) предлагаемый метод прост и менее трудоемок т.к. не требуется определять суммарной толщину пакета шпона перед склеиванием [4].

При организации выпуска новых видов фанерной продукции необходима оценка экономической целесообразности их производства. Определить себестоимость нового вида продукции можно по калькуляции затрат. Рассчитать таким же образом цену новой продукции не представляется возможным. Правильно установленная цена существенно повлияет на финансовое положение предприятия. Поэтому вопросы ценообразования при изготовлении новых видов продукции являются актуальными.

Существуют затратные и параметрические методы расчета цены. Затратные методы ценообразования основаны преимущественно на учете издержек производства и реализации продукции, параметрические методы ценообразования – на учете технико-экономических параметров товаров. Одним из параметрических методов является метод баллов, который заключается в использовании экспертных оценок значимости параметров товаров. Этот метод может применяться при обосновании цен на товары, когда важно оценить их внешний вид. Методом экспертных оценок установлено, что декоративные свойства рельефной фанеры оцениваются экспертами в 2 раза выше, чем у плоской фанеры общего назначения [5].

Таким образом, можно установлено следующее.

1. Рельефная фанера является перспективным материалом для строительства недорогих быстро возводимых деревянных домов каркасного типа, т.к. наряду с хорошим внешним видом она обладает и определенными прочностными характеристиками.

2. Производство рельефной фанеры также выгодно и для фанерных предприятий. Ее склеивание производится на серийном прессовом оборудовании с применением общеизвестных клеевых материалов.

3. Производство нового строительного отделочного материала – фанеры с рельефной лицевой поверхностью позволит фанерным предприятиям без особых затрат расширить ассортимент выпускаемой продукции, повысить занятость путем организации новых рабочих мест, снизить нормы расхода древесины за счет более лучшего использования кускового шпона

4. Методом экспертных оценок установлено, что декоративные свойства рельефной фанеры в 2 раза выше, чем у традиционной изготавливаемой фанеры общего назначения с плоской поверхностью. Следовательно, эту продукцию можно продавать по более высокой цене, т.е. увеличить прибыль без затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. RU 2212334 С 2 7 В 27 D 3/00 . Устройство для склеивания древесных слоистых материалов / А.А. Лукаш. № 200013237/13; Заявл. 22.12.2000; Опубл. 20.09. 2003.
2. Лукаш А.А. Особенности изготовления рельефной фанеры и оценка качества склеивания шпона / А.А. Лукаш // Деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – №2. – С. 4–7.
3. Лукаш А.А. Оценка качества объемного рисунка на лицевой поверхности рельефной фанеры и оптимизация режима ее изготовления / А.А. Лукаш // Деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – №5. – С. 12–14.
4. Лукаш А.А. Технологические особенности производства рельефной фанеры / А.А. Лукаш// Лесной журнал. – 2009. – № 2. – С. 92–96.
5. Определение цены на новые виды фанерной продукции / А.А. Лукаш // Лесной журнал. – 2011. – №2. – С. 134–137 .

УДК 674.09:684.41

РЕЛЬЕФНЫЕ РАЗНОЦВЕТНЫЕ ЩИТЫ ДЛЯ МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.А. Лукаш,

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО БГИТА, г.Брянск, РФ.
mr.lukasch@yandex.ru

Е.А. Свиридова, Е.В. Уливанова,

студенты ФГБОУ ВПО БГИТА, г.Брянск, РФ.

В статье изложен способ изготовления щитов с цветной рельефной поверхностью

Мебель организует окружающее человека пространство, создает уют и удобства для работы и отдыха, влияет на эстетические основы мироздания. В настоящее время существует много способов улучшения внешнего вида корпусной мебели. Основными из них является объемно-пространственное решение по конструкции и улучшение дизайна фасадов. Фасады корпусной мебели во многом определяют дизайн изделия. Качество фасадов в значительной степени влияет на спрос и цену изделия.

Ламинированная древесностружечная плита является на сегодняшний момент самым дешевым и доступным материалом для производства мебели. Мебель с плоскими фасадами из этой ламинированной древесно-стружечной плиты, несмотря на низкую цену, вряд ли будет пользоваться большим спросом.

Самым простым способом декорирования фасадов в 80 годах прошлого века была установка декоративной раскладки. Тиснение древесностружечных плит, облицованных строганным шпоном, несколько улучшило внешний вид. Глубина тисненого рисунка была небольшой 1-2 мм, поэтому существенного развития этот способ не получил. Больше широкое распространение получил способ изготовления объемных фасадов путем глубокого фрезерования поверхности листа MDF с последующим его облицовыванием пленкой ПВХ в мембранном прессе. Из-за необходимости применения сложного прессового оборудования и большей по стоимости древесноволокнистой плиты, значительно удорожается себестоимость изготовления продукции.

Применение массивной древесины при изготовлении фасадов значительно увеличивает возможности декорирования. Но такая высоко-качественная мебель является дорогой и недоступна широким слоям нашего населения.

Цветовое решение украшения фасадов производилось путем инкрустации строганого шпона. Такая мебель производилась небольшими партиями и не получила широкого распространения из-за большой трудоемкости изготовления облицовочных слоев фасадов [1].

Внешний вид фасадов улучшают путем создания рельефа на лицевой поверхности (филенчатые фасады), а также сочетанием разных цветов дверей. Однако способа изготовления фасадов корпусной мебели, в котором одновременно сочетались бы рельеф и разноцветный рисунок на лицевой поверхности нет. Поэтому автором разработан способ изготовления облицованного щита с рельефной разноцветной поверхностью [2].

Сущность способа состоит в следующем. Щит с рельефной разноцветной поверхностью состоит из щита – основы (несущей плиты) и фигурной накладки, толщина и форма которой определяют форму рельефа. Фигурную накладку изготавливают на станках с числовым программным управлением. Щит-основа облицован листом облицовочного материала одного цвета. Фигурная накладка облицована в мембранном прессе листом облицовочного материала другого цвета. Затем фигурная накладка наклеивается на щит-основу клеем. Фотография разноцветного рельефного щита представлена на рис. 1.

Создание разноцветного объемного рисунка на лицевой поверхности фасада корпусной мебели будет способствовать увеличению спроса на корпусную мебель. При разработке каждого фасада для конкретного изделия требуется хороший вкус и тщательная дизайнерская проработка как рисунка, так и изделия в целом. Данная технология позволяет расширить стилевое разнообразие выпускаемой мебели. Изготовление фасадов корпусной мебели с цветным рисунком на лицевой поверхности производится на серийном оборудовании с использованием традиционных клеевых материалов практически без применения больших капитальных затрат. Данный способ кроме того сочетает в себе индивидуальность – рисунок на поверхности может быть изготовлен любого вида по желанию потребителя.

На рис. 2 представлены варианты оформления трехдверного шкафа-купе с цветными рельефными фасадами.



Рис. 1. Разноцветный рельефный щит



Рис. 2. Варианты оформления трехдверного шкафа-купе

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукаш А.А. Фасады для корпусной мебели с цветным рельефным рисунком на лицевой поверхности / А.А. Лукаш, Ю.В. Данилкина, Н.Н. Пикашов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2010. – № 4. – С. 10–12.
2. Положительное решение о выдаче патента на полезную модель МПК В27М 3/18. Облицованный щит с рельефной разноцветной поверхностью / А.А.Лукаш. Заявка № заявке № 2011141729/13(062461). Дата подачи заявки 17.10. 2011.

ПРЕССОВАНИЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ОДНОВРЕМЕННОЙ СУШКОЙ

И.Н. Медведев,

канд.техн.наук, директор, ООО «Лигнум», г. Воронеж, РФ
medved-vrn82@mail.ru.

О.И. Шакирова,

документовед, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
Oks.vrn36@yandex.ru

В.А. Шамаев,

докт.техн.наук, профессор, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
drevstal@mail.ru.

В статье разработана теория прессования пластифицированной древесины с одновременной сушкой. Так же рассматривается уравнение деформирования древесины для случая прессования может быть применено для случая прессования с одновременной сушкой.

Теория прессования древесины поперек волокон П.Н. Хухрянского рассматривает случай прессования без одновременной сушки.

Разработанная теория прессования пластифицированной древесины с одновременной сушкой [1] применима для случая уплотнения древесины без прессформ, когда поперечные деформации не превышают деформации усушки древесины в направлении, перпендикулярном направлению прессования. Эти условия выполняются при конвективной сушке древесины, когда сушка происходит медленно, в течение 3–6 суток.

При сушке древесины в гидрофобных жидкостях, как это имеет место при получении шпал, сушка без прессформ невозможна, т. к. процесс сушки длится несколько часов, т. е. очень быстро. Здесь возможны два случая прессования: прессование прямоугольной заготовки в прессформе (поперечные деформации отсутствуют), т. е. случай одноосного равномерного прессования с одновременной сушкой и прессование цилиндрической заготовки в прессформе с формированием в сечении заготовки, близкой к прямоугольной, т. е. случай неравномерного прессования древесины с одновременной сушкой. Рассмотрим первый случай.

При прессовании древесины искажается сетка лигноуглеводной матрицы, разрываются водородные связи. При сушке образцов в прессформе происходит фиксация новых поперечных водородных связей, чем и объясняется переход упругих деформаций в остаточные.

Существенной особенностью строения древесины, во многом определяющей ее механические свойства, является сетчатая ее структура, образованная пучками цепных молекул, связывающих кристаллические участки в некристаллических областях. Соотношение кристаллических и некристаллических участков, (т.е. упругих и неупругих элементов) очевидно, будет зависеть от гидротермического состояния древесины, определяемого температурой, влагосодержанием, наличием пластификатора и т.д.

Как известно, при действии на древесину внешних сил в ней возникают упругие и эластические деформации. Эластическая деформация носит затухающий характер: она исчезает тогда, когда эластическая деформация лигноуглеводной матрицы целиком замещает упругую деформацию, при этом напряжение в матрице падает до нуля. Для более интенсивного превращения упругих деформаций в остаточные прессование древесины осуществляют с одновременной усушкой; при этом происходит релаксация напряжений.

При сжатии поперек волокон естественной древесины вместо области разрушающей нагрузки (при растяжении) есть область прессования, где преобладают значительные и случайные внутренние перемещения материала, приводящие повышению плотности его упаковки. Деформация упругого последствия, развивающаяся при этом, является обратимой и исчезает со временем после снятия нагрузки.

Поскольку субмикроструктура древесины при прессовании не изменяется, можно предположить, что показатели вязкой деформации (время релаксации, коэффициент ползучести) должны оставаться неизменными, т. к. эти показатели не зависят от плотности, а, следовательно, и от степени прессования. В данной работе выполнена экспериментальная проверка этого положения. Само наличие деформаций, имеющих механизм вязких и развивающихся по соответствующим законам, не вызывает сомнения.

Показателем усушки служит влажностная деформация образца, отнесенная к размеру образца с влажностью равной пределу гигроскопичности, выраженному в процентах к размеру (объему) абсолютно сухого образца. Полная объемная усушка при удалении всей гигроскопической влаги связана с плотностью, а, следовательно, для прессованной древесины и со степенью прессования. Максимально возможная усушка определяется максимальной гигроскопической влажностью и плотностью связанной влаги.

При анализе больших и предельных изменений микро- и макроструктуры древесины при прессовании различают также 3 типа деформаций: 1) условноупругие; 2) упруго-запаздывающие; 3) остаточные.

В процессе сжатия поперек волокон древесины рассеянно-сосудистых пород происходит последовательный процесс сплющивания полостей сосудов и капилляров либриформа.

В начальном периоде нагружения при постоянной нагрузке деформации почти не развиваются и не зависят от времени. В стадии прессования с течением времени происходит переход условно-упругих деформаций в остаточные. Скорость этого процесса возрастает с ростом напряжений. Поскольку при изменении естественной макроструктуры достигаются большие деформации, с течением времени в случае действия постоянной нагрузки изменяется и реологический коэффициент, характеризующий мгновенную упругую деформацию [2].

Рассмотрим реологическое уравнение для древесины Б.И. Огаркова

$$nE_M \frac{d\varepsilon}{dt} + \alpha E_D \frac{\varepsilon}{\left(\frac{t}{n}\right)^{1-\alpha}} = n \frac{d\sigma}{dt} + \alpha \frac{\sigma}{\left(\frac{t}{n}\right)^{1-\alpha}}, \quad (1)$$

где E_M и E_D – соответственно мгновенный и длительный модули упругости;

ε – деформация;

σ – напряжение;

n – время релаксации;

α – коэффициент формы, меньший единицы;

t – время.

При прессовании древесины основное значение имеют другие реологические явления, связанные со способностью древесины уплотняться под действием постоянной большой нагрузки (явление «самоуплотнения»). Если на рычажной машине подвергнуть древесину мгновенному нагружению, то деформация прессования (уплотнения) состоит из мгновенного уплотнения ε_M и длительного уплотнения ε_g , развивающегося со временем:

$$\varepsilon = \varepsilon_M + \varepsilon_g, \quad (2)$$

Для мгновенной деформации справедлив закон Гука

$$\varepsilon_M = \frac{\sigma}{E} \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt}, \quad (3)$$

где E – модуль прессования (условный).

Для деформации ε_g примем обобщенный закон вязкости

$$\frac{d\varepsilon_g}{dt} = \frac{\alpha}{nE} \frac{\sigma}{\left(\frac{t}{n}\right)^{1-\alpha}}, \quad (4)$$

Значение времени релаксации в формулах (3) и (4) различны, ибо в первом случае время релаксации обусловлено эластической деформацией лигноуглеводной матрицы (связано с особенностью микростроения древесины), а во втором оно обусловлено деформацией прессования вследствие потери устойчивости клеточными стенками (связано с особенностью макростроения древесины).

Если усилие прессования снять сразу после приложения нагрузки, то деформация уплотнения обратима. Технология прессования древесины предусматривает возможность превращения обратимых деформаций в необратимые. Для этого предусмотрена операция сушки, которая переводит упругие деформации в остаточные. В нашем случае сушка и прессование происходит одновременно, тогда уравнение (2) будет иметь вид:

$$\varepsilon = \varepsilon_M + \varepsilon_g + \varepsilon_y, \quad (5)$$

где ε_y – деформация усушки в направлении прессования, равная

$$\varepsilon_y = k_y \bar{W}, \quad (6)$$

где k_y – коэффициент усушки древесины в направлении прессования;

\bar{W} – изменение влажности за время сушки.

Напряжения, возникающие в древесине в процессе сушки, будут $\sigma_y = \varepsilon_y E$ или, с учетом (6),

$$\sigma_y = k_y \bar{W} E, \quad (7)$$

Процесс сушки можно считать законченным, когда все упругие и эластические деформации перейдут в остаточные, т. е. завершится полная фиксация новых размеров образцов в прессформе.

Тогда все напряжения σ будут равны σ_y , или

$$\sigma_0 e^{-\left(\frac{t}{n}\right)^\alpha} = k_y \bar{W} E, \quad (8)$$

Это уравнение описывает процесс одновременного прессования древесины с одновременной сушкой.

Для практики наиболее важен случай, когда внутренние напряжения в древесине минимальны. Для этого случая эмпирически установленная зависимость модуля прессования от влажности

$$\varepsilon = \varepsilon_m (1 - \alpha k_y \bar{W}), \quad (9)$$

Тогда формула (7) примет вид

$$\sigma_y = k_y (1 - \alpha k_y \bar{W}) \bar{W}, \quad (10)$$

а уравнение деформирования древесины в прессформе с одновременной сушкой

$$k_y \varepsilon_m (1 - \alpha k_y \bar{W}) \bar{W} = \sigma_0 e^{-\left(\frac{t}{n}\right)^\alpha}, \quad (11)$$

Экспериментальная проверка (11) для сушки древесины березы в каменноугольном масле с одновременным прессованием показала, что отклонение расчетных данных от опытных не превышает 15 %.

ВЫВОДЫ

1. Уравнение деформирования древесины для случая прессования может быть применено для случая прессования с одновременной сушкой.

2. Уравнение (11) выражает полную деформацию образца древесины в направлении сжатия, состоящую из суммы деформаций усушки и деформации прессования, причем последняя выражается через модуль прессования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шамаев В.А. Влияние пропитки мочевиной на деформативные показатели древесины березы / В.А. Шамаев, Г.К. Гаврилов // Проблемы комплексного использования древесного сырья. – Рига, 1984.
2. Огарков Б.И. Реологические явления в процессе деформирования древесины / Б.И. Огарков, В.А. Шамаев // Modifikacja drewna: Materialy VI sympozjum naukowe. – Poznan: WRZES, 1987.

УДК 674.048.5

ГЛУБОКАЯ ПРОПИТКА ДРЕВЕСИНЫ

И.И. Медведев

канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
medved-vrn82@mail.ru

В статье рассматривается способ глубокой пропитки древесины хвойных пород сосна, ель на универсальной пропиточной установке.

В настоящее время разработан ряд достаточно эффективных консервирующих веществ, обеспечивающих надежную защиту древесины от гниения, но способы их введения в древесину не всегда позволяют полностью использовать защитную способность этих антисептиков. Существующие методы пропитки древесины обеспечивают достаточное проникновение антисептика только в заболонь. Ядро же, составляющее основную часть древесины ствола, пропитывается лишь на глубину 3 – 6 мм. Такая глубина пропитки не позволяет надежно защитить ядровую древесину от гниения, особенно в тех случаях, когда в процессе эксплуатации древесина подвергается растрескиванию. В открытые непропитанные участки проникают споры дереворазрушающих грибов, вызывая гниение древесины изнутри.

Из изложенного следует, что одной из основных задач консервирования древесины в настоящее время является разработка способов глубокой (сквозной) пропитки древесины, которые дадут значительную экономию древесины и большой экономический эффект [1, 2].

Для пропитки крупномерных заготовок древесины наиболее эффективной оказалась пропитка с торца под давлением [3, 4]. Ранее этот способ использовался для пропитки древесины легкопропитываемых пород (береза, ольха, эвкалипт и др.), когда не требовалось помещать заготовки в стальную трубу,

а давление пропитки составляло 5-8 атм. Время пропитки для заготовок древесины березы длиной 3м составляло 20-30мин, для ольхи 40-60 мин. для эвкалипта 15-25 мин.

На рисунке 1 представлена общая схема опытного образца установки для глубокой пропитки древесины (патент ООО «Лигнум» № 2378106).

Установка состоит из станины 1, с закрепленной на ней металлической трубой 2, 3 – передняя крышка с круглым ножом и тремя торцовыми ультразвуковыми излучателями 5, задняя крышка 4, емкость с пропиточной жидкостью 6, гидравлический насос 7, манометр 8, пневмогидравлический аккумулятор давления (расширительный бак) 9, гидропульсатор 10 с обратным клапаном, вспомогательный трубопровод 11, емкость для сбора воды 12, ручной механизм подачи ножа на торец бревна 13.

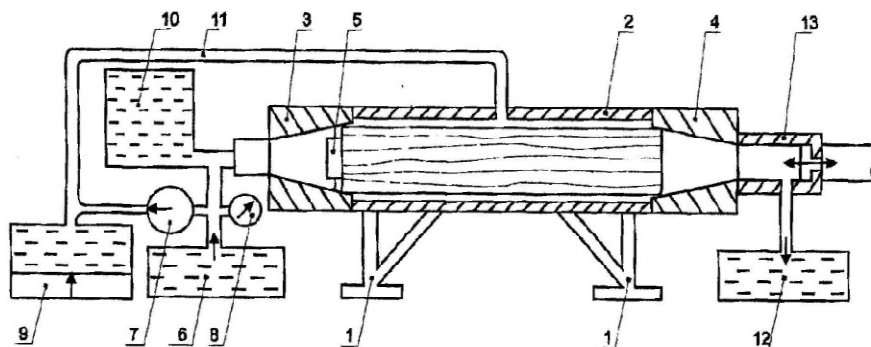


Рис. 1. Общая схема установки для глубокой пропитки древесины

Пропитка осуществляется следующим образом: оцилиндрованное сырое бревно длиной 3м хвойных пород укладывают в трубу 2, затем бревно зажимают ножом передней крышки 3 и подвижным ножом задней крышки 4 при помощи ручного механизма подачи ножа 13. Происходит полная герметизация установки. Каменноугольное масло из емкости 6 под давлением, создаваемым насосом 7, подается через гидропульсатор 10 в торец бревна через переднюю крышку 3, а также в расширительный бак 9 и масло продавливается в торец бревна. Вода вытекающая из бревна собирается в баке 12.

Испытания установки проводились на двух породах сосна обыкновенная диаметром 22–24см и ель такого же диаметра, длина бревна составляла 2950 см. Оптимальное время пропитки составило 180 минут, после чего пропитка затухала, масло сильно сочилось с контрольного отверстия в задней крышке, что свидетельствовало о прохождении масла по всей длине бревна. Процесс глубокой пропитки обеспечивается за счёт давления масла на торец бревна 3,5 МПа, снаружи бревна давление масла по манометру составляет 3,0 МПа. При повышении давления в торец время пропитки не уменьшается, бревно трескается, и масло идёт только по трещине. Ускорителем процесса пропитки является воздействие ультразвуковых волн на древесину. С торца в крышке встроены три ультразвуковых излучателя, которые работают от генератора 1, с торца вдоль волокон бревно озвучивается с интенсивностью ультразвуковых колебаний выше 17 Вт/см². По длине бревна установлены в шахматном порядке пять ультразвуковых излучателей, которые работают от генератора 2, озвучивание бревна происходит поперёк волокон с интенсивностью ультразвуковых колебаний 13–17 Вт/см². Ещё одним условием глубокой пропитки является температура бревна и масла в трубе. Температура бревна в центре 40±3 °С, по всей длине. Температура масла составляет 75 °С.

Механизм пропитки, на наш взгляд, заключается в следующем. Импульсное приложение большого давления (3,5 МПа) позволяет расширять поры в трахеидах, особенно в местах соединения трахеид. При этом отложения в порах смолистых и других экстрактивных веществ выдавливаются в полость трахеид и не мешают пропитке. Это возможно в том случае если анатомические элементы древесины пребывают в колебательном состоянии (без разрушения) за счёт воздействия ультразвуковых волн с интенсивностью ультразвуковых колебаний 13–17 Вт/см². Время пропитки зависит от состояния активности и вязкости пропитываемой жидкости. Вязкость антисептика, в нашем случае каменноугольного масла, падает в 3–6 раз за счёт воздействия ультразвука.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермолин В.Н. Проницаемость древесины при переменном давлении / В.Н.Ермолин, Д.Н. Деревянных // Строение, свойства и качество: тез. докл. II междунар. симпозиума. – М.: МГУЛ, 1996. – С. 53–55.
2. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский, А.И. Расев. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 360 с.
3. Ермолович А.Г. Обработка древесных материалов пульсирующим давлением / А.Г. Ермолович. – Красноярск: КГУ, 1986. – 176 с.
4. Харук Е.В. Проницаемость древесины газами и жидкостями / Е.В. Харук. – Новосибирск : Наука, 1976. – 190 с.

Л.В. Пономаренко,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ
lara.pom63@yandex.ru.

Е.В. Кантиева,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

С.И. Апасова,

студентка 5 курса, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

В статье рассматривается технология изготовления изделий с использованием искусственного камня.

Камень – один из самых древних материалов для строительства жилища и его обустройства. Натуральные камни добываются в ограниченном количестве и как правило очень дороги. Поэтому люди издавна пытались воспроизвести природный камень искусственным путем. Сегодня натуральный камень все больше отходит на второй план, так как искусственный, и по внешним признакам, и на ощупь, ни капли не уступает своему прообразу.

Мы хотим обратить ваше внимание на искусственный акриловый камень STARON. Это универсальный материал, выпускаемый компанией Samsung Cheil Industries Ins. Красота, прочность, долговечность и экологичность позволяют акриловому камню STARON быть идеальным материалом для использования в широком спектре изделий и абсолютно разных интерьерах.

STARON – оригинальный, твердый, поверхностный, красивый, прочный, практичный, модный материал. Также это экологически чистый, однородный, химически стойкий, ударопрочный материал, обладающий идеальной гладкой поверхностью без микропор и микротрещин. Выпускается в виде листов форматом 3680x760 мм и толщиной 12,3 мм, можно набирать любые поверхности и объемы, выполнять любые формы, клеевые швы при этом малозаметны, стыки не видны, все выглядит как единый монолит. Благодаря технологии «бесшовной склейки» и однородности материала.

Акриловый камень Samsung STARON долговечный, имеет срок службы более 20-25 лет, слегка прохладный на ощупь, изготавливается из натуральных минералов и высокотехнологической акриловой смолы: тригидраталюминия $Al(OH)_3$, метилметакрилата, пищевых пигментов.

При случайном повреждении акриловый камень Samsung STARON легко обновляется – повреждения от огня, пятна и царапины можно удалить бытовыми чистящими средствами, мелкой наждачной бумагой. Легкие повреждения можно отшлифовать, а при серьезных повреждениях можно вырезать испорченный фрагмент и заменить его на новый. В результате независимо от возраста и количества произведенных реставраций изделие всегда выглядит как новое, то есть камень STARON легко реставрируется и приводится из любого состояния в первозданное.

Одним из несомненных достоинств акриловых камней STARON является широкая цветовая гамма (более 130 цветов). Это и никогда не выходящие из моды чистые цвета, и вариации на тему натурального камня, и цветовые композиции современного дизайна.

Акриловый камень идеально сочетается со всеми известными на сегодняшний день материалами, легко склеивается с ними. Также надо отметить такое уникальное свойства искусственного камня, как способность подвергаться термоформированию, им можно придать совершенно любую форму, разогрев до определенной температуры.

Изделия из акрилового камня STARON эксклюзивны, так как изготавливаются по индивидуальным заказам вручную. Это, в свою очередь, делает вещи действительно уникальными и неповторимыми.

На кухне акриловый камень нашел в наши дни наибольшее применение и на сегодняшний день кухонные столешницы из этого материала являются явным хитом продаж. Кухонные мойки из искусственного камня, изготовленные монолитно со столешницей не только гармонично выглядят, но и очень удобны в использовании (рис. 1). Используя акриловый камень STARON не сложно подобрать отдельную мойку в цвет столешницы, так как мойка будет произведена из того же самого материала, без ненужных стыков и швов, в итоге получается отличная функциональная поверхность. Также очень легко можно соединить столешницу со стенами кухни, что позволит не только исключить попадание влаги на поверхность стен и за них, но и значительно улучшит эстетику интерьера (рис.2).

Несмотря на небольшую толщину акрилового камня, благодаря технологии бесшовного соединения, возможно получать поверхности (например кромки) столешницы фасонной конфигурации (рис. 3). На рис.4 показана схема последовательного соединения камня при формировании фасонной кромки столешницы, где в качестве основы выступает фанера толщиной 18 мм. В общем виде технология изготовления сборочных единиц из данного материала будет состоять из следующих операций: поперечный и продольный раскрой листов по картам раскроя, чистовое фрезерование, склеивание (для полноты эффекта монолитности при склеивании листов камня рекомендуем предварительно выбирать фалец, после чего производить склеивание, как показано на рис. 4), шлифование, профильное фрезерование,

вклейка мойки для кухонных панелей, окончательное шлифование для достижения необходимой степени глянца, окончательная сборка (склеивание в готовое изделие).

ВАРИАНТЫ КРЕПЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

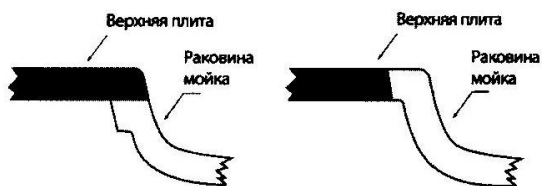


Рис. 1. Варианты соединения мойки и столешницы

Классический вариант

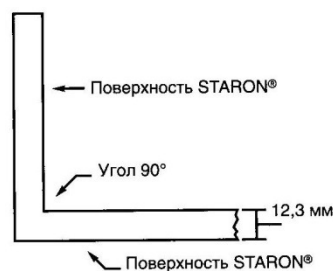


Рис. 2. Вариант углового соединения столешницы и стены

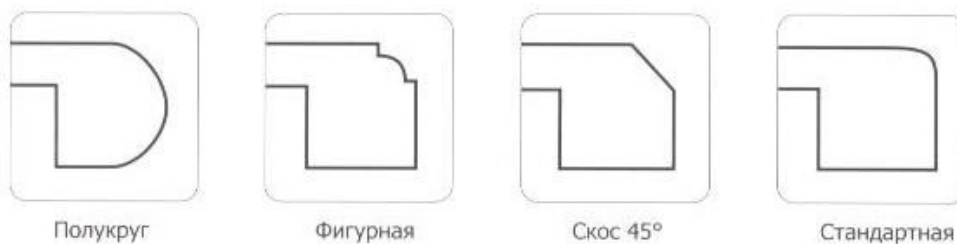


Рис. 3. Варианты торцевых кромок

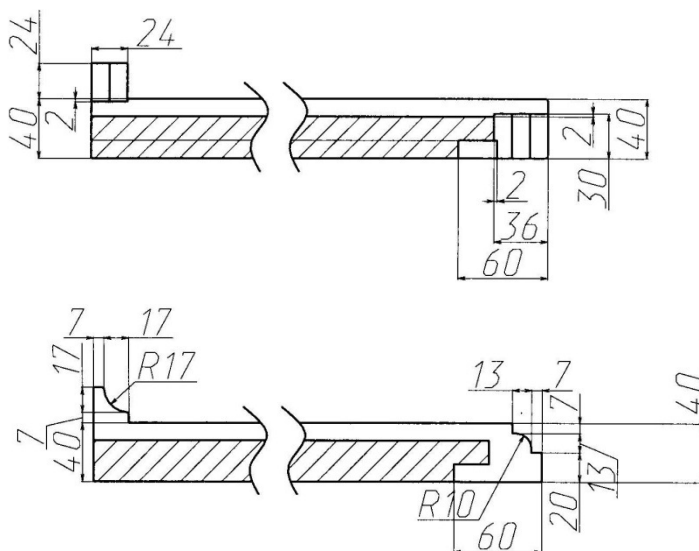


Рис. 4. Схема формирования покрытия на примере столешницы

Возможны варианты использования акрилового камня для монтажа напольных плинтусов, подоконников и др. (рис. 5).

Для склеивания применяется двухкомпонентный клей MAX-TOP, изготовленный на основе акриловой смолы (метилметакрилата), тригидрата алюминия и окрашивающих пигментов. Нанесение клея осуществляется с помощью специальных приспособлений-пистолетов. Отметим также, что компанией Samsung Cheil Industries Ins выпускается специализированное оборудование для обработки акрилового камня STARON и TEMPEST.

В России искусственный камень получил свое развитие в конце 90-х годов. Сейчас существуют десятки видов искусственного камня, различных по цвету, фактуре, способам производства. Это универсальный материал, способный соответствовать любому веянию моды благодаря своим свойствам. Использование искусственного камня поможет создать желанную атмосферу и в офисе или баре, загородном доме или городской квартире, банке, кинотеатре, магазине, медицинском учреждении, объектах общественного транспорта (вокзалы, аэропорты) и др.

Плинтус с плавным переходом



Рис. 5. Вариант изготовления плинтуса

В.А. Романов,

канд. техн. наук, доцент,

vromanov62@mail.ru

В.В. Секерин,

студент 4 курса специальности «Технология деревообработки», ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ.

В данной статье приведено описание программы для автоматизированного технологического расчета лесосушильных камер, учитывающей современные технологические процессы сушки пиломатериалов с использованием новейшего оборудования.

Сушка древесины является одним из важных этапов в процессе производства изделий из древесины.

Для сушки пиломатериалов в настоящее время часто используется современное оборудование. При этом высушиваемый пиломатериал не всегда бывает стандартных размеров. В таких условиях для проведения качественной сушки пиломатериалов необходимо выполнить расчет параметров режима сушки. В условиях производства такие расчеты трудоемки. Для автоматизации расчетов в 1997 году на кафедре технологии деревообработки БГИТА была разработана специальная программа для проектирования лесосушильных цехов [1]. Однако, с течением времени, на рынке появились новые типы сушильных камер, усложнились требования к высушиваемым пиломатериалам, постоянно совершенствовались информационные технологии и вычислительная техника. В разработанной ранее программе расчёт и выбор коэффициентов осуществлялся только с учётом справочных значений, которые имеют определённую градацию, что не всегда соответствует предъявляемым требованиям. В результате возникает необходимость проведения дополнительных расчетов. Исходя из этого, возникла потребность в создании нового программного продукта.

Технологический расчёт лесосушильных камер представляет собой сложный алгоритм. Для расчета применяются формулы, использующие большое количество значений и коэффициентов, которые необходимо выбирать из справочной литературы в зависимости от многих факторов и параметров: категории качества сушки, типа сушильной камеры, вида режима сушки, начальных и конечных значений влажности пиломатериалов, породы древесины, размеров пиломатериалов и т. д.

Для выполнения расчетов было разработано специальное информационное и программное обеспечение.

Информационное обеспечение задачи представлено в виде реляционной базы данных, состоящей из следующих таблиц: “TadPV”, “TishPV”, “TkoefAv”, “TkoefAc”, “TkoefAvPv”, “TkoefK0”, “TkoefKp”, “Tpn”, “Ttol”.

В таблице “TadPV” хранятся коэффициенты учитывающие длину высушиваемых пиломатериалов. Таблица “TishPV” содержит нормативные значения исходного времени для высушивания пиломатериалов в зависимости от породы и ширины. В таблицах “TkoefAv” и “TkoefAvPv” хранятся значения коэффициентов, учитывающих начальную и конечную влажность высушиваемых пиломатериалов. Таблица “TkoefAc” содержит значения коэффициентов, учитывающих интенсивность циркуляции сушильного агента, которая зависит от типа сушильной камеры. “TkoefK0” – значения коэффициентов объемной усушки. “TkoefKp” – значения пересчетного коэффициента. Таблица “Ttol” хранит нормативные значения толщин пиломатериалов.

После создания базы данных был разработан алгоритм решения задачи, предусматривающий выбор категории качества сушки, вида режима сушки и типа сушильной камеры. Следующим этапом является выбор породы древесины и скорости циркуляции сушильного агента. Объем высушиваемого пиломатериала, его размеры и начальная влажность вводятся пользователем. Далее осуществляется выбор необходимых коэффициентов из соответствующих таблиц.

Реализация описанного выше алгоритма выполнена в среде разработки Delphi 2009 на языке программирования Object Pascal. Выполнение расчетов осуществляется в диалоговом режиме пользователя с компьютером с помощью специально разработанных форм диалога.

Первым параметром является категория качества сушки, которая выбирается из списка. Затем выбирается вид режима и тип сушильной камеры.

На рисунке 1 показана форма на которой производится выбор параметров расчета из соответствующих списков и ввод значения ширины, длины, годового объема и начальной влажности пиломатериалов. Для начала расчетов необходимо «кликнуть» по кнопке с соответствующим названием, после чего активируется кнопка «Расчет». Нажатие на указанную кнопку приводит к расчету в соответствии с алгоритмом программы. Расчет может быть выполнен по нескольким древесным породам. Нажатие по кнопке «Печать» приводит к передаче результатов в MS Excel. На рисунке 2 показан вид рабочего листа MS Excel с результатами расчетов.

Разработанная программа используется в производственных условиях для технологического расчета лесосушильных камер. Ее использование позволяет повысить точность расчетов и сократить время технологической подготовки производства, и тем самым снизить экономические затраты. Кроме того, она может быть использована в учебных целях для выполнения проверочных расчетов в курсовых проектах и при проведении многовариантных сложных расчетов в дипломном проектировании.

The screenshot shows a software interface with the following elements:

- Input Fields:**
 - Порода: Бук (dropdown)
 - Толщина, мм: 32 (dropdown)
 - Ширина, мм: 150 (text)
 - Длина, мм: 6000 (text)
 - Годовой объем ,м3: 7500 (text)
 - Скорость циркуляции: 2.0 (dropdown)
 - Начальная влажность: 82 (text)
 - Конечная влажность: 8 (dropdown)
 - Исходное время сушки, ч: 0
 - Коэф Ац: 0
 - Коэф Ав: 0
 - Коэф Ак: 0
 - Коэф Ад: 0
 - Продолжительность сушки: 0
 - Условный объем: 0
 - Расчётное число камер: 0
 - Принятое число камер: 0
- Buttons:** Печать, Начало расчёта, Удалить значение, <-- Назад, Выход.
- Table:**

KodZ	NamePar	ZnachPar
4769	Результат расчета сушильных камер.	
4770	Выполнил студент	Секерин
4771	Группа	ТД-401
4772	Категория качества сушки	II
4773	Режим сушки	нормальный
4774	Тип сушильной камеры	ВПКТИМ
4775	Число штабелей	4
4776	Способ укладки	Без шпаций

Рис. 1. Форма для ввода данных

	А	В
1	Результат расчета сушильных камер.	
2	Выполнил студент	Секерин
3	Группа	ТД-401
4	Категория качества сушки	II
5	Режим сушки	нормальный
6	Тип сушильной камеры	ВПКТИМ
7	Число штабелей	4
8	Способ укладки	Без шпаций
9		
10	Порода	Бук
11	Длина пиломатериалов, мм	6000
12	Ширина пиломатериалов, мм	150
13	Толщина пиломатериалов, мм	32
14	Начальная влажность пиломатериалов, %	82
15	Конечная влажность пиломатериалов, %	8
16	Годовой объем пиломатериалов, м3	7500
17	Кр	0,1284
18	Ак	1,15
19	Аг	1
20	Ац	0,91
21	коэф.заполнения штабеля по высоте	0,561403509
22	коэф.заполнения штабеля по длине	0,923076923
23	коэф.заполнения штабеля по ширине	0,9
24	Объемная усушка пиломатериалов	10,34
25	Объемный коэф.заполнения штабеля	0,418171336
26	Продолжительность сушки, ч	182

Рис. 2. Вид рабочего листа MS Excel с результатами расчетов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркелов В.М. Применение ЭВМ в технологических расчетах лесосушильных цехов / В.М. Меркелов, В.А. Романов, Н.С. Антонова // Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: материалы НТК. – Брянск: БГИТА, 1997. – Том 1. – С. 168–169.

О.А. Рублева,канд.техн.наук, доцент каф. МТД, ФГБОУ ВПО «ВятГУ», г. Киров, РФ.
ru_olga_ru@mail.ru

В статье рассматриваются показатели качества шиповых соединений и особенности их применения для оценки уровня качества изделий из древесины.

Существенное влияние на конкурентоспособность изделий из древесины оказывает качество сопряжения заготовок и деталей, в том числе на клеевые шиповые соединения. Существует нормативная документация на соединения по длине и изделия с их применением [1–12]. В этих документах изложены методики, позволяющие оценить отдельные показатели качества соединений: прочность при растяжении, статическом изгибе и др., а также перечень показателей качества на отдельные виды изделий из древесины.

При проектировании изделия с использованием клеевых шиповых соединений по длине необходима оценка качества соединений с учетом назначения, условий производства и эксплуатации изделия. Задачей данной работы является формирование номенклатуры показателей качества шиповых соединений, учитывающей требования потребителя.

Формирование номенклатуры показателей качества входит в типовые этапы оценки качества продукции [13, 14]: формулировка требований к продукции с учетом ее назначения; разработка системы показателей для оценки качества; выбор базовых образцов и определение базовых показателей качества; разработка методики и определение значений показателей; выбор метода и оценка уровня качества продукции; выработка рекомендаций для выбора продукции, имеющей наиболее высокий уровень качества.

Формирование развернутой номенклатуры показателей – сложно поддающаяся формализации процедура [13, 14]. Для выбора номенклатуры показателей качества шипового соединения по длине исследованы рекомендации, приведенные в источниках [1–12, 15]. В результате проведена классификация и сформирован перечень комплексных и единичных показателей качества шипового соединения по длине. В перечень входят 10 типовых показателей первого уровня: показатели назначения; надежности; экономичного использования сырья, материалов, топлива и энергии; технологичности; безопасности; эргономические; экологические; эстетические, патентно-правовые, экономические.

На втором уровне находятся 20 подгрупп типовых показателей, например, в группу показателей назначения включены показатели классификационные, функциональные, технической эффективности и другие. На третьем уровне выявлено 57 комплексных показателей, например, среди классификационных показателей – прочность склеивания, физико-механические характеристики древесины и др. (см. таблицу 1). Четвертый уровень включает 117 единичных показателей, например комплексный показатель «прочность склеивания» можно оценить единичными показателями «предел прочности при растяжении», «предел прочности при статическом изгибе» и др.

На основе этой достаточно полной номенклатуры можно сформировать систему критериев для оценки качества шиповых соединений в каждом конкретном случае, в зависимости от целей оценки. При этом выбирается комплекс наиболее значимых показателей.

В качестве примера проведем оценку уровня качества соединения на прессованный прямоугольный шип [15], используемого в производстве дверной филенки. В результате анализа разработанной номенклатуры с учетом требований предприятия, необходимыми и достаточными признаны следующие единичные показатели качества шипового соединения: относительная глубина деформированной зоны Δh ; изменение макроструктуры деформированной зоны M ; шероховатость граней проушины $R_{m\max}$; относительная твердость дна проушины ΔHRL ; прочность соединения по длине на растяжение σ_{pW} ; прочность соединения по длине на изгиб $\sigma_{изгW}$.

Указанные единичные показатели оцениваются с помощью соотношений, приведенных в работе [15], по результатам испытаний опытных образцов в соответствии с требованиями стандартов [10–11] и по результатам экспертных оценок. Расчет уровня качества соединения проведен по дифференциальному методу [14]. Базовые и предельные значения показателей качества соединения определяются с учетом требований стандартов [10, 11] и требований предприятия. В качестве базовых приняты значения показателей качества наилучших образцов соединений по длине, используемых на практике – соединений на зубчатый шип, полученных фрезерованием. В качестве предельных – наибольшие или наименьшие регламентированные стандартами значения показателей, а также значения, рекомендованные экспертами.

Оценка уровня качества проводится для двух разновидностей соединения – на открытый и закрытый (невидимый по пласти) прессованный прямоугольный шип (ОПШ и ЗПШ соответственно). Базовые, предельные и оцениваемые значения показателей качества, а также результаты расчетов уровня качества Y_{ka} по дифференциальному методу приведены в таблице 2.

Классификационные показатели качества шиповых соединений

Код показателей 3 уровня	Показатели 3 уровня	Код показателей 4 уровня	Показатели 4 уровня
1.1.1	Прочность склеивания	1.1.1.1	Прочность при растяжении
		1.1.1.2	Прочность при изгибе
		1.1.1.3	Прочность при скалывании
		1.1.1.4	Расчетная полезная нагрузка
1.1.2	Физико-механические характеристики древесины	1.1.2.1	Плотность древесины
		1.1.2.2	Проницаемость жидкостями
		1.1.2.3	Прочность при сжатии вдоль волокон
		1.1.2.4	Прочность при сжатии поперек волокон
		1.1.2.5	Прочность при растяжении поперек волокон
		1.1.2.6	Прочность при статическом изгибе
		1.1.2.7	Прочность при скалывании вдоль волокон
		1.1.2.8	Прочность при скалывании поперек волокон
		1.1.2.9	Сопротивление местному смятию поперек волокон
		1.1.2.10	Модули упругости
		1.1.2.11	Коэффициенты поперечной деформации
		1.1.2.12	Модули сдвига
		1.1.2.13	Ударная вязкость
		1.1.2.14	Твердость
		1.1.2.15	Износостойкость
		1.1.2.16	Сопротивление раскалыванию
1.1.1.3	Геометрические размеры шипов	1.1.3.1	Длина шипа
		1.1.3.2	Шаг соединения
		1.1.3.3	Затупление шипа
		1.1.3.4	Уклон шипа
		1.1.3.5	Зазор в стыке
1.1.1.4	Направление шипов	1.1.4.1	Расположение шипов относительно пласти заготовки (вертикальное, горизонтальное диагональное)

Таблица 2

Значения показателей и уровня качества соединений

Показатель	Размерность	Базовое значение	Предельное значение	Оцениваемое значение		Расчет уровня качества Y_{ka} по дифференциальному методу			
				ОПШ	ЗПШ	ОПШ		ЗПШ	
						Y_j	Y_{ka}	Y_j	Y_{ka}
$\sigma_{изгW}$	МПа	92,39	20	50,31	58	0,42	0,47	0,52	0,57
σ_{pW}	МПа	111,22	26	48,58	59	0,26	-	0,39	-
$R_{m \max}$	мкМ	11,7	200	80	80	0,64	-	0,64	-
ΔHRL	%	200	35	154,26	154	0,72	-	0,72	-
Δh	%	0	35	24,16	22	0,32	-	0,32	-
M	балл	5	3	3,9	4,7	0,45	-	0,85	-

В результате анализа показателей качества соединений выявлено, что, в целом, показатели качества сравниваемых вариантов соответствуют требованиям, предъявляемым к соединениям по длине. Уровень качества альтернативных вариантов соединений составляет: для ОПШ $Y_{ka} = 0,47$; для ЗПШ $Y_{ka} = 0,57$. К применению на предприятии рекомендуется соединение на ЗПШ, т.к. оно обладает более высоким уровнем качества.

Таким образом, разработанная номенклатура показателей может применяться в качестве основы для выбора системы критериев показателей при оценке качества шиповых соединений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 4.208–79 Система показателей качества продукции. Строительство. Конструкции деревянные клееные. Номенклатура показателей.
- ГОСТ 4.226–83 Система показателей качества продукции. Строительство. Окна, двери и ворота деревянные. Номенклатура показателей.
- ГОСТ 20850–84 Конструкции деревянные клееные. Общие технические условия.
- СНиП II-25–80 Строительные нормы и правила. Деревянные конструкции.
- ГОСТ 475–78 Двери деревянные. Общие технические условия.
- Деревянные клееные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчета. Стандарт организации СТО 36554501-002–2006. – М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006.

7. Деревянные клееные конструкции несущие. Общие технические требования. Стандарт организации СТО 36554501-003–2006. – М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006.
8. Деревянные клееные конструкции. Методы испытаний клеевых соединений при изготовлении. Стандарт организации СТО 36554501-004–2006. – М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006.
9. ГОСТ 15613.1–84 Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон
10. ГОСТ 15613.5–79 Древесина клееная массивная. Метод определения предела прочности зубчатых клеевых соединений при растяжении.
11. ГОСТ 15613.4–78 Древесина клееная массивная. Метод определения предела прочности зубчатых клеевых соединений при статическом изгибе.
12. Руководство по изготовлению и контролю качества деревянных клееных конструкций. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1982. – 92 с.
13. ГОСТ 15467–79. (СТ СЭВ 3519–81). Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
14. Федюкин В.К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: учеб. пособие / В.К. Федюкин. – М.: Филинь, 2004. – 296 с.
15. Рублева О.А. Качество шипов, изготовленных холодным торцовым прессованием / О.А. Рублева, Г.П. Кузнецов // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – М.: МГУЛ, 2010. – Вып. 4. – С. 160–163.

УДК 674.07:621.795.2

КОНСТРУКТИВНЫЕ ФАКТОРЫ ДАТЧИКОВ БЛЕСКОМЕРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОЦЕНКУ БЛЕСКА ПОКРЫТИЙ

Б.М. Рыбин,

док. техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Москва, РФ.
rybin@mgul.ac.ru

И.А. Завражнова,

старший преподаватель ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Москва, РФ.

Д.В. Кириллов,

ассистент ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Москва, РФ.

Было замечено, что при оценке блеска покрытия различными блескомерами их средние показания отличаются друг от друга. Это объясняется различием линейных и угловых размеров датчиков блескомеров при их изготовлении. Предложенная методика исследования с изменением положения датчика блескомера на контролируемой поверхности позволяет качественно оценить постоянную погрешность в изменениях показаний различных блескомеров при оценке блеска защитно-декоративных покрытий.

Конструктивные особенности каждого отдельного датчика блескомера индивидуальны. Влияние их на фиксирование блеска покрытий носит постоянный характер. В этом случае средние значения блеска одного и того же покрытия могут отличаться при использовании различных блескомеров. Примером этого служат данные, приведенные в таблице 1. Значения блеска образцов получены с использованием различных фотоэлектрических блескомеров ФБ-2. Относительная ошибка измерения блеска покрытий при сравнении значений, полученных разными блескомерами, различна на одних и тех же контролируемых поверхностях. Наблюдается согласованность значений блеска полученных блескомерами 1 и 2. В этом случае относительная ошибка более 5% получена только на образце № 7. Между блескомерами 1–3 и 2–3 не наблюдается согласованности значений блеска, так как относительная ошибка измерения более чем у 50% образцов составляет больше 5 %.

Значения блескомеров в представленном опыте отличаются в результате конструктивных особенностей датчиков, так как предварительная настройка блескомеров, а также их подстройка в процессе работы осуществлялась по одной и той же методике.

Как видно из таблицы 1 эксперимент был проведен для блескомеров с углом падения-отражения света 45°. Для блескомеров с другими углами падения-отражения света провести подобный эксперимент не представляется возможным из-за ограниченного использования их в отечественной практике.

Точность линейных и угловых размеров датчиков различных блескомеров можно оценить, используя методику, предложенную авторами. Сущность этой методики заключается в том, что фиксирование блеска для каждого блескомера осуществляется при определенном расположении тубуса осветителя и приемника, что соответствует определенному положению в пространстве лампы осветителя и фотоэлемента приемника. Световое пятно на контролируемой поверхности при косо поставленном осветителе имеет вполне определенную геометрическую форму и занимает определенное место, характерное

данному блескомеру в зависимости от угла падения-отражения света. Изменение местоположения датчика на контролируемой поверхности изменяет геометрическую форму светового пятна, его местоположение относительно осветительного и приемного тубусов и вместе с этим изменяются показания блескомеров из-за непопадания части световых лучей, отраженных от контролируемой поверхности. Такое изменение показаний блескомеров возможно, если датчик прибора соприкасается с поверхностью, на которой имеются включения в виде наплывов, натеков, соринок и т.д. В этом случае опорная площадка датчика соприкасается с выступающим над контролируемой поверхностью включением и происходит наклон датчика и изменение углов падения и отражения света, что приводит к изменению условий контроля блеска и непопадание части световых лучей в приемник блескомера.

Таблица 1

Блеск образцов покрытий при оценке различными фотоэлектрическими блескомерами ФБ-2 (угол падения-отражения света 45°)

№ образца	Средние значения блеска покрытий, измеренных фотоэлектрическими блескомерами, усл. ед.			Относительная ошибка измерения блеска покрытий при сравнении значений, полученных различными блескомерами, %		
	1	2	3	1-2	1-3	2-3
1	68,0	64,9	71,1	4,56	4,36	8,72
2	65,3	65,4	67,4	0,15	3,12	2,97
3	66,2	65,4	68,8	1,21	3,78	4,94
4	64,4	64,8	68,3	0,62	5,71	5,12
5	64,4	64,0	67,9	0,62	5,15	5,74
6	64,9	64,8	67,5	0,15	3,85	4,0
7	67,7	64,0	71,2	5,47	4,92	10,11
8	68,6	65,2	72,9	4,96	5,9	10,56
9	66,6	64,9	73,0	2,55	8,77	11,1
10	64,8	62,0	71,4	4,32	9,24	13,16

То же самое может наблюдаться при конструктивных особенностях датчиков блескомеров в том случае, когда точность изготовления линейных и угловых размеров будет недостаточна. Датчик незначительно будет иметь отклонения по углам падения-отражения света, что влияет на точность измерения блеска поверхности. Контроль блеска в этом случае различными блескомерами будет несопоставим. Проверить точность изготовления датчиков блескомеров возможно, если зафиксировать изменение показаний блеска при искусственном изменении местоположения датчика на контролируемой поверхности. Этого можно добиться, если подкладывать под опорную площадку датчика блескомера с различных сторон пластины калиброванной толщины. При этом изменение положения датчика в пространстве (поднятие над контролируемой поверхностью, поднятие со стороны приемника или осветителя и др.) должно привести к изменению углов падения-отражения света и вместе с этим изменению показаний блеска. Если точность изготовления датчиков различных блескомеров одинакова, то характер изменения показаний при различных условиях изменения положения датчиков должен быть один и тот же. В противном случае значения будут отличаться.

На рис. 1 приведена схема падающих и отраженных лучей света при условии поднятия датчика блескомера над контролируемой поверхностью, со стороны тубуса осветителя и со стороны тубуса приемника.

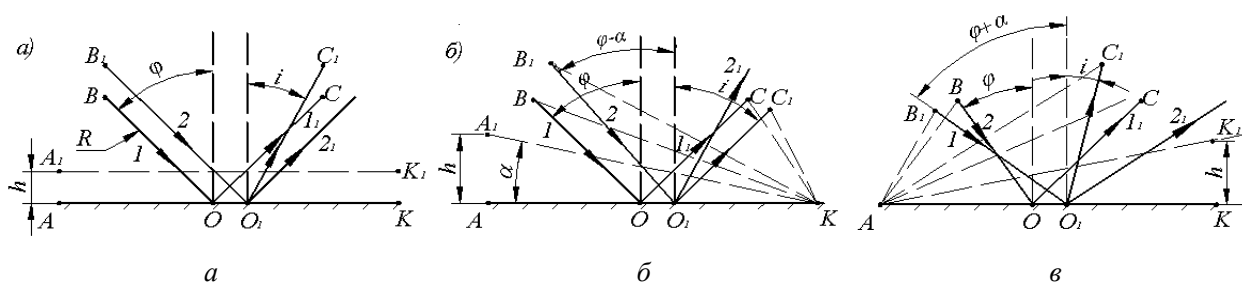


Рис. 1. Схема падающих и отраженных лучей света при условии поднятия датчика блескомера:

а – над контролируемой поверхностью; б – со стороны тубуса осветителя; в – со стороны тубуса приемника; AK – положение контролируемой поверхности и начальное положение опорной площадки блескомера; A_1K_1 , A_1K и AK_1 – положение опорной площадки датчика блескомера при условии поднятия его над контролируемой поверхностью; B и C – соответственно начальное положение источника и приемника света датчика блескомера; B_1 и C_1 – соответственно положение источника и приемника света при условии изменения положения датчика блескомера; 1 и 2 – падающие лучи света; 1_1 и 2_1 – отраженные лучи света; φ – угол падения лучей света; α – угол наклона опорной площадки датчика блескомера; i – угол отражения лучей света, попадающих в приемное устройство датчика блескомера; R – радиус вектор центрального падающего луча света; h – высота поднятия датчика блескомера над контролируемой поверхностью; O и O_1 – положение центрального падающего луча света соответственно в начальном и измененном состоянии датчика блескомера

Как видно, при поднятии датчика блескомера над контролируемой поверхностью происходит смещение падающих световых лучей в сторону тубуса приемника, а сам тубус приемника поднимается. За счет такого изменения положения датчика блескомера происходит изменение угла, под которым лучи света попадают в приемник. Определить этот угол (i) можно по формуле:

$$tgi = \frac{R \cos(90 - \varphi) - h}{R \sin(90 - \varphi) + h}, \quad (1)$$

где φ – угол падения лучей света;

R – радиус вектор центрального падающего луча света;

h – высота поднятия датчика блескомера над контролируемой поверхностью.

При поднятии датчика блескомера над контролируемой поверхностью угол падения лучей света остается без изменения.

При поднятии датчика блескомера со стороны тубуса осветителя смещение падающих световых лучей происходит, как и в предыдущем случае, в сторону тубуса приемника, а сам тубус приемника опускается. Угол падения лучей света (φ) будет меньше на величину угла (α) наклона опорной площадки датчика блескомера:

$$\varphi - \alpha = \varphi - \arcsin \frac{h}{L}, \quad (2)$$

где L – длина базовой (опорной) площадки датчика блескомера.

Угол, под которым лучи света попадают в приемник блескомера (i) можно рассчитать по формуле:

$$i = \varphi + 2 \arcsin \frac{h}{L}. \quad (3)$$

При поднятии датчика блескомера со стороны тубуса приемника смещение падающих световых лучей происходит в сторону тубуса приемника, а сам тубус поднимается. Угол падения лучей света (φ) будет больше на величину угла (α) наклона опорной площадки датчика блескомера

$$\varphi + \alpha = \varphi + \arcsin \frac{h}{L}. \quad (4)$$

Угол, под которым лучи света попадают в приемник блескомера, (i) можно рассчитать по формуле:

$$i = \varphi - 2 \arcsin \frac{h}{L} \quad (5)$$

В таблице 2 приведены результаты вычисления значений угла отражения лучей света, попадающих в приемник блескомера при изменении положения датчика на контролируемой поверхности. Как видно из таблицы 2 увеличение угла отражения лучей света происходит при поднятии датчика блескомера со стороны тубуса осветителя (формула 3). В двух других случаях, т.е. при поднятии датчика блескомера над контролируемой поверхностью и при поднятии со стороны тубуса приемника происходит уменьшение значений угла отражения лучей света.

Расчеты выполнены с учетом данных длины базовой (опорной) площадки блескомеров, приведенных в табл. 2, для различных углов падения света. Изменение значений углов отражения лучей света, попадающих в приемник при изменении положения датчика блескомера на контролируемой поверхности, происходит на незначительную величину при высоте поднятия датчика $h = 1$ мм. Для всех углов падения лучей света изменение составляет приблизительно 2° .

Таблица 2

Результаты вычисления значений угла отражения лучей света, попадающих в приемник блескомера при изменении положения датчика на контролируемой поверхности

Угол падения лучей света	Длина опорной площадки датчика блескомера, мм	Значения угла отражения лучей света, попадающих в приемник при поднятии датчика блескомера		
		Над контролируемой поверхностью	Со стороны тубуса осветителя	Со стороны тубуса приемника
45°	50	$43^\circ 23'$	$47^\circ 18'$	$42^\circ 42'$
60°	75	$58^\circ 25'$	$61^\circ 32'$	$58^\circ 28'$
75°	150	$73^\circ 34'$	$75^\circ 46'$	$74^\circ 14'$
80°	150	$78^\circ 39'$	$80^\circ 46'$	$79^\circ 14'$
85°	175	$83^\circ 44'$	$85^\circ 40'$	$84^\circ 20'$

Известно, что при малых углах падения лучей света до 45° , такое изменение в пределах 2° не окажет значительного влияния на изменение интенсивности отраженного света, а значит и на показания блескомеров. В нашем случае рассматриваются варианты использования блескомеров от 45° до 85° . В таблице 3 рассчитаны значения интенсивности отражения при различных углах падения-отражения света от контролируемой поверхности при изменении положения датчика блескомера. Методика расчета изложена в [1]. Как

видно из данных таблицы 3, увеличение (+) или уменьшение (-) интенсивности отраженного света относительно значений, полученных без изменения положения датчика блескомера на контролируемой поверхности, существенны для углов падения-отражения света 60, 75, 80 и 85°. Относительное изменение показаний составляет во всех случаях более 5%. Для всех блескомеров характерным является увеличение показаний при поднятии датчика со стороны тубуса осветителя и уменьшение показаний при поднятии датчика над контролируемой поверхностью и при поднятии со стороны тубуса приемника.

Таблица 3

Интенсивность отраженного света от контролируемой поверхности при различных углах падения-отражения

Условия поднятия датчика блескомера	Угол отражения света	Интенсивность отраженного света		Увеличение (+) или уменьшение (-) интенсивности отраженного света относительно значений, полученных без изменения положения датчика блескомера на контролируемой поверхности, %
		В процентах от падающего	В условных единицах	
1	2	3	4	5
Для блескомера с углом падения-отражения света 45°				
Без изменения положения	45°	5,83	63,25	-
Над контролируемой поверхностью	43°23′	5,66	61,41	(-) 2,9
Со стороны тубуса осветителя	47°18′	6,18	67,05	(+) 6,0
Со стороны тубуса приемника	42°42′	5,62	60,97	(-) 3,6
Для блескомера с углом падения-отражения света 60°				
Без изменения положения	60°	9,89	64,28	-
Над контролируемой поверхностью	58°25′	9,38	60,97	(-) 5,14
Со стороны тубуса осветителя	61°32′	10,47	68,05	(+) 5,86
Со стороны тубуса приемника	58°28′	9,4	61,1	(-) 4,94
Для блескомера с углом падения-отражения света 75°				
Без изменения положения	75°	25,10	61,49	-
Над контролируемой поверхностью	73°34′	22,13	54,21	(-) 11,83
Со стороны тубуса осветителя	75°46′	26,24	64,28	(+) 4,53
Со стороны тубуса приемника	74°14′	23,5	57,57	(-) 6,37
Для блескомера с углом падения-отражения света 80°				
Без изменения положения	80°	42,19	68,76	-
Над контролируемой поверхностью	78°39′	36,52	59,52	(-) 13,43
Со стороны тубуса осветителя	80°46′	46,47	75,74	(+) 10,15
Со стороны тубуса приемника	79°14′	38,73	63,12	(-) 8,20
Для блескомера с углом падения-отражения света 85°				
Без изменения положения	85°	80,15	83,35	-
Над контролируемой поверхностью	83°44′	71,36	74,21	(-) 10,96
Со стороны тубуса осветителя	85°40′	94,71	98,49	(+) 18,16
Со стороны тубуса приемника	84°20′	72,95	75,86	(-) 8,98

Подтверждением данных, приведенных в таблице 3 и полученных расчетным путем, являются зависимости блеска от высоты поднятия датчика блескомера на контролируемой поверхности (рис. 2) для блескомеров с углом падения-отражения света 20, 45, 60 и 85° (блескомеры, используемые в зарубежной практике). Настройка блескомеров на значение 65 усл. ед. осуществлялась при расположении датчика на поверхности эталонной пластинки из инфракрасного стекла ИКС-6 с показателем преломления света 1,567. Контроль изменения блеска также осуществлялся на поверхности этой пластинки. Для всех блескомеров значения увеличиваются при поднятии датчика со стороны тубуса осветителя и уменьшаются при поднятии датчика над контролируемой поверхностью и при поднятии со стороны тубуса приемника.

Данные графиков рис. 2 отличаются от значений, полученных расчетным путем и приведенных в таблице 3. На графиках изменение показаний блескомеров при поднятии датчика над контролируемой поверхностью и при поднятии со стороны тубуса приемника существенны. Это объясняется тем, что оптика тубуса приемника имеет апертуру (угол, образованный крайними лучами отраженного света, попадающими в приемник), которая не позволяет лучам света, отличающимся значительно от угла отражения, попасть в оптическую систему приемника и тем самым уменьшить показания блеска. При выполнении расчетов использовался только один центральный луч, а не весь световой поток отраженный контролируемой поверхностью.

В результате проведенного исследования подтверждено, что при незначительном изменении положения датчика блескомера на контролируемой поверхности значительно изменяются показания блеска. Фактические изменения положения датчика блескомера могут произойти в результате наличия на контролируемой поверхности покрытия дефектов в виде включений, соринок, наплывов и т.д. Предложенная методика по искусственному изменению положения датчика блескомера на контролируемой

поверхности позволяет сопоставить изменение показаний различных блескомеров и тем самым выявить различие в конструктивных особенностях датчиков и тем самым оценить сравнительные характеристики блескомеров в предполагаемых оценках блеска покрытий.

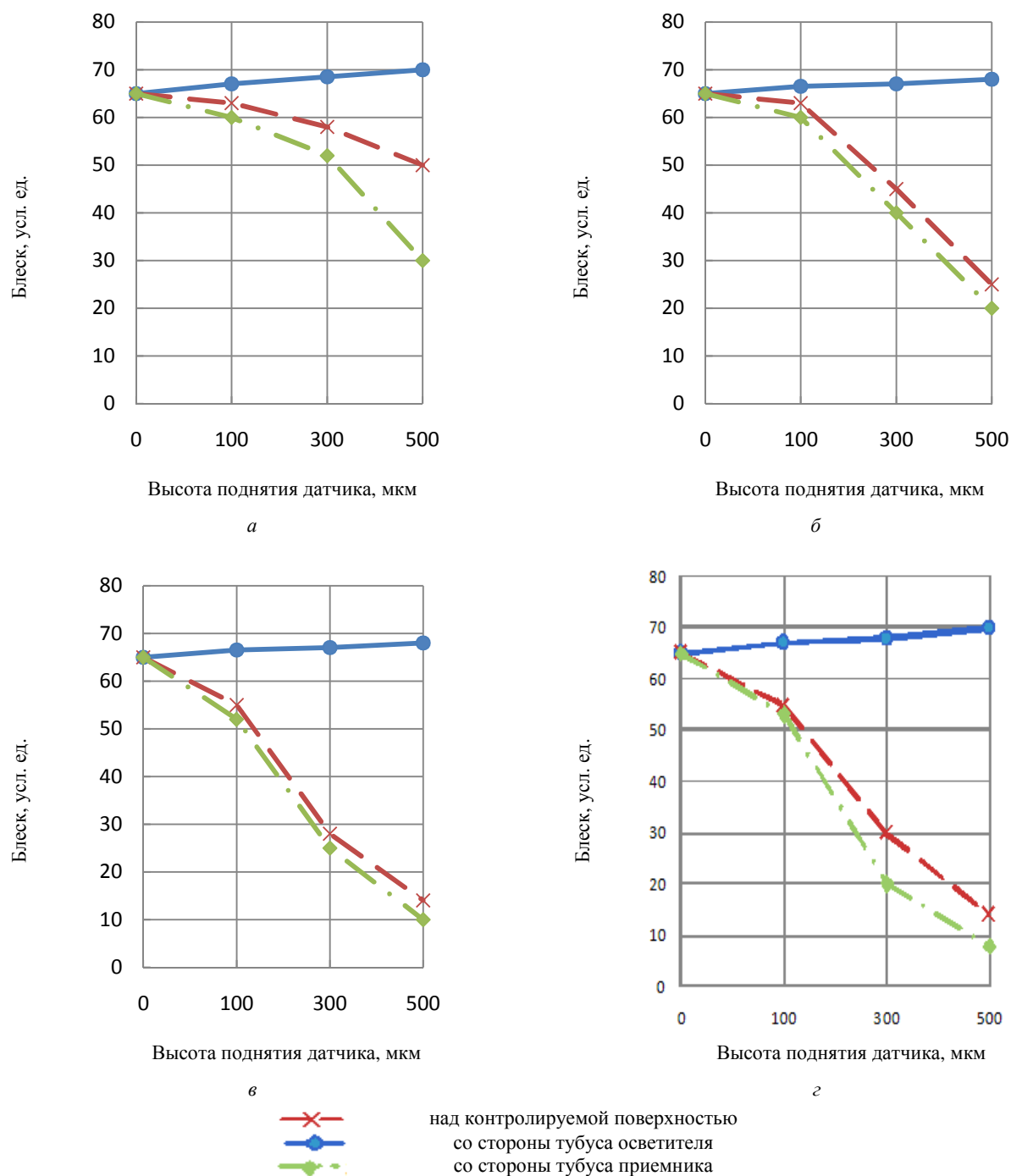


Рис. 2. Зависимость блеска от высоты поднятия датчика блескомера с углом падения-отражения света: а – 20°, б – 45°, в – 60° г – 85°

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыбин Б.М. К вопросу оценки блеска прозрачных лаковых покрытий на древесине / Б.М. Рыбин, И.А. Завражнова // Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию факультета технологии деревообработки ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия» (17–21 мая 2010 г.) / под ред. проф. А.О. Сафонова: Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО, ВГЛТА. – Воронеж, 2010. – С. 98–108.

Ю.П. Семенов,проф., д.т.н. каф. теплотехники ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи М.О.
semenov@mgul.ac.ru**М. Г. Ермоченков,**

доц., к.т.н. каф. теплотехники МГУЛ,

Т.Е. Кувик,

асп. каф. теплотехники МГУЛ

Представлен метод прогнозирования цвета термомодифицированной древесины. Даны кинетические параметры термической деструкции березы и сосны. Предложены функциональные зависимости цвета термомодифицированной древесины от степени термической деструкции.

Термическое модифицирование древесины занимает внимание ученых с начала 20-го века. С тех пор исследовался пиролиз как отдельных структурных компонентов древесины: целлюлозы, гемицеллюлоз, лигнина, так и древесины в целом. Первые исследования пиролиза древесины методом термического анализа были проведены В.Н. Сергеевой и А.Я. Вайвадс (1954г.). Они выделили три основные экзотермические реакции древесины березы, протекающие при температурах 259, 411 и 532 °С. Авторы отнесли эти реакции к реакциям распада гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина соответственно [1].

Однако до настоящего времени существовала трудность в определении и отделении стадий термической деструкции древесины. В связи с этим в научной литературе наблюдается значительное расхождение в значениях кинетических параметров, полученных разными учеными. Появление нового метода расчета кинетики многостадийных реакций термической деструкции материалов, разработанного Б.А. Шведовым [2], позволило провести расчет кинетических параметров термической деструкции древесины.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований и математического расчета кинетических параметров термической деструкции березы и сосны. Выбор пород связан с их широким распространением в лесах европейской части России, что делает их использование для термического модифицирования наиболее перспективным.

Известно, что свойства термомодифицированной древесины меняются в результате изменений, происходящих в ее структуре в процессе высокотемпературного нагрева без доступа кислорода. Как любой физико-химический процесс, термическая деструкция древесины может быть описана уравнением Аррениуса.

$$-\frac{d\omega}{d\tau} = \omega A \exp\left(-\frac{E}{RT(\tau)}\right), \quad (1)$$

где A – частотный фактор, с^{-1} ;

E – энергия активации, Дж/моль;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

$T(\tau)$ – температура, как функция времени, К;

ω – степень термической деструкции, безразмерная величина.

В уравнении (1) ω – степень термической деструкции, концентрация веществ, вступающих в реакцию. Для древесины это удельная масса компонентов древесины, вступающих в реакцию. Так как в древесине несколько структурных компонентов, можно предположить, что скорости их разложения будут различны. В таком случае можно записать уравнение Аррениуса для многостадийных процессов:

$$-\frac{d\omega}{d\tau} = \sum_{j=1}^m \omega_j^{n_j} \cdot A_j \cdot \exp\left(-\frac{E_j}{RT(\tau)}\right). \quad (2)$$

Зная кинетические параметры, входящие в это уравнение (A , E , ω), задав температуру и продолжительность обработки, можно вычислить степень разложения каждой стадии.

Для определения кинетических параметров термической деструкции были проведены термогравиметрические эксперименты на вакуумной установке, описанной в [2]. Образцы нагревались с постоянным темпом нагрева до полной деструкции. Конечная температура составляла 600°С.

На рис. 1 показаны кривые зависимости степени разложения древесины сосны и березы от температуры и времени нагрева.

По полученным термогравиметрическим кривым были рассчитаны кинетические параметры термической деструкции древесины сосны и березы (табл. 1). Математическая обработка проводилась с помощью метода, изложенного в [2].

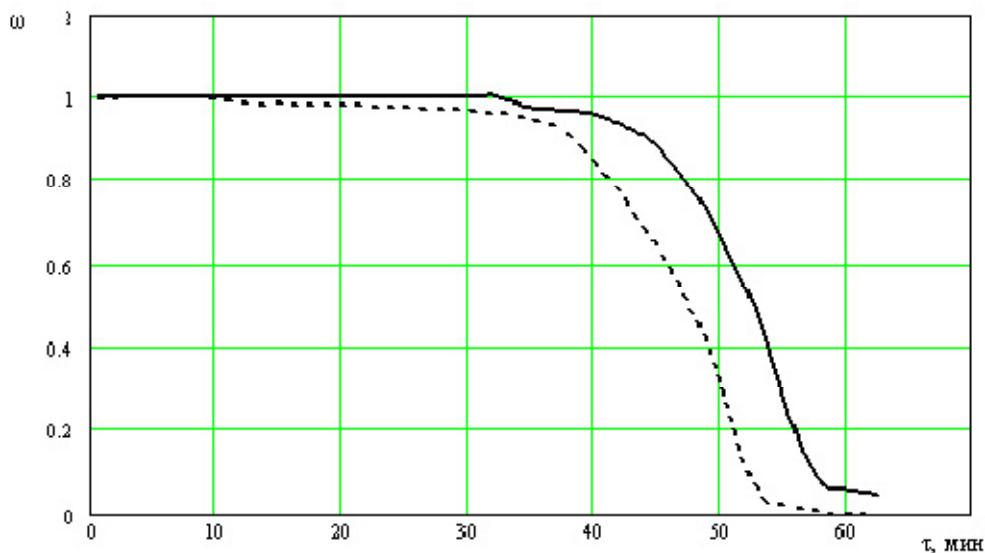


Рис. 1. Экспериментальные ТГ-кривые степени термической деструкции древесины от времени обработки (темп нагрева 7 °С/мин.): ———— – сосна; - - - - - – береза.

Таблица 1

Кинетические параметры термической деструкции

Номер стадии	Степень разложения древесины, ω_j		Энергия активации E_j , кДж/моль		Частотный фактор A_j , с^{-1}	
	Береза	Сосна	Береза	Сосна	Береза	Сосна
1	0,146	0,024	480,63	454,61	$2,377 \cdot 10^{51}$	$4,857 \cdot 10^{30}$
2	0,168	0,128	192,39	132,19	$1,362 \cdot 10^{18}$	$1,783 \cdot 10^{12}$
3	0,215	0,341	244,6	170,77	$2,784 \cdot 10^{21}$	$3,482 \cdot 10^{14}$
4	0,345	0,418	322,08	247,92	$2,623 \cdot 10^{26}$	$1,346 \cdot 10^{20}$
5	0,1	0,088	72,09	153,23	$6,517 \cdot 10^4$	$2,338 \cdot 10^{10}$

На рис. 2 представлена расчетная ТГ-кривая степени термической деструкции древесины березы, а также проиллюстрирован вклад каждой стадии термической деструкции.

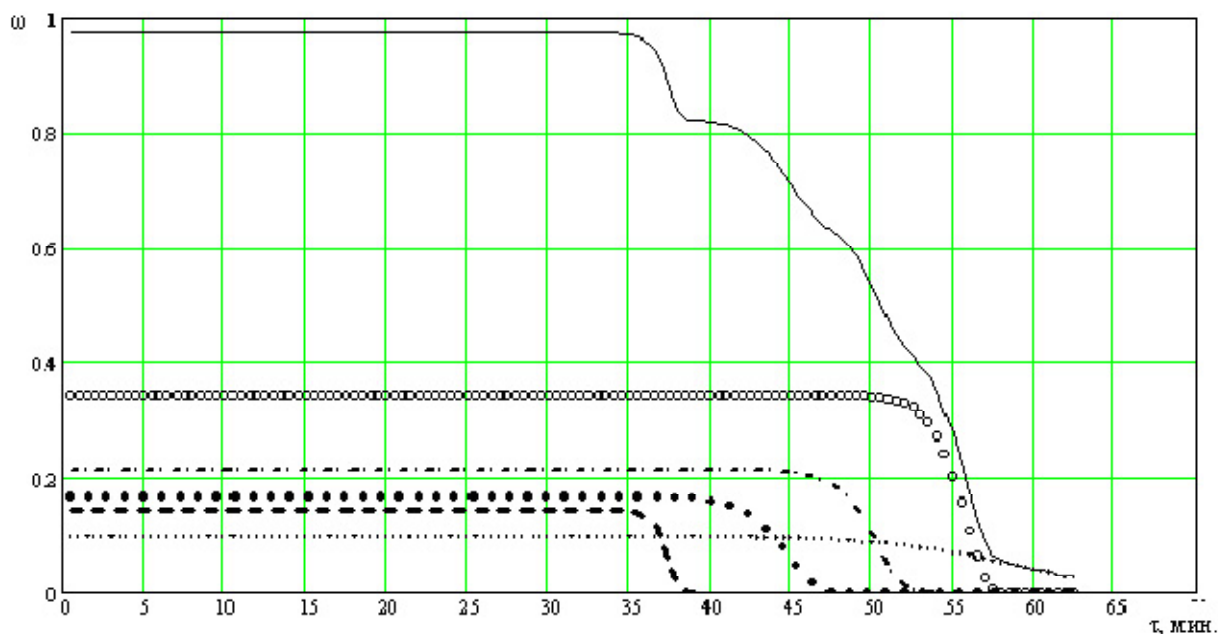


Рис. 2. Зависимость расчетной степени термической деструкции древесины березы от времени обработки:

- — — — — – общая степень термической деструкции, ω ;
- - - - - – степень термической деструкции первой стадии, ω_1 ;
- – степень термической деструкции второй стадии, ω_2 ;
- • - • - • - – степень термической деструкции третьей стадии, ω_3 ;
- ○ ○ ○ ○ – степень термической деструкции четвертой стадии, ω_4 ;
- – степень термической деструкции пятой стадии, ω_5 .

По графику на рис. 2 можно оценить скорость протекания деструкции, время начала и окончания каждой стадии.

Аналогичные данные получены для древесины сосны.

На рис. 3 представлены графики расчета разложения по стадиям для древесины сосны в процессе нагрева до $t = 260^\circ\text{C}$, $\tau = 1$ час.

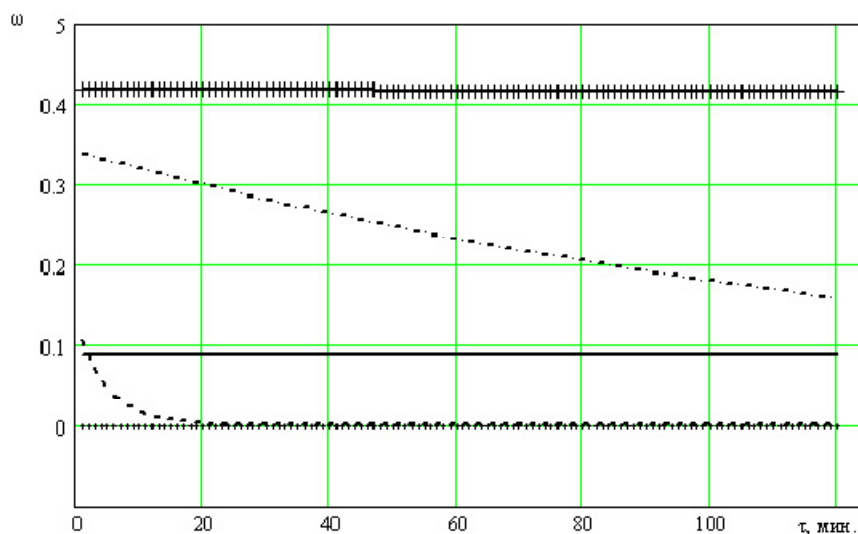


Рис. 3. Степень разложения каждой стадии термически модифицированной древесины в процессе нагрева до 260°C :

- – ω_1 , степень разложения первой стадии;
- ω_2 , степень разложения второй стадии;
- · - · - ω_3 , степень разложения третьей стадии;
- ++++ – ω_4 , степень разложения четвертой стадии;
- ω_5 , степень разложения пятой стадии.

Как видно из графика, первая стадия завершилась полностью в самом начале нагрева, вторая стадия протекает в течение первых 10 минут и завершается, третья стадия протекает до конца нагрева и не завершается полностью, кроме этого начинает идти четвертая стадия, ее выход незначителен, пятая стадия деструкции не протекает при заданной температуре.

Зависимость цвета термомодифицированной древесины от степени разложения в неявном виде может быть представлена уравнением:

$$F(\omega) = \sum_{i=1}^n f_i(\omega_i) \quad (3)$$

где ω_i – степень завершения i -й стадии;

n – число стадий, участвующих в процессе;

$f_i(\omega_i)$ – функциональная зависимость цветовой характеристики древесины от степени завершения i -й стадии;

$F(\omega_i)$ – суммарное воздействие всех стадий, влияющих на цветовые характеристики термомодифицированной древесины.

Для математической оценки цветовых характеристик древесины была использована система разложения цвета на RGB составляющие. И для каждой составляющей математическая зависимость цвета от степени термической деструкции была представлена в виде уравнения регрессии.

Для определения функциональной зависимости свойств термомодифицированной древесины от степени термической деструкции были проведены экспериментальные исследования.

В результате математической обработки экспериментальных данных зависимости цвета древесины от степени термической деструкции были получены функциональные зависимости для березы и сосны. В эти уравнения входят переменные ω_i – степень термической деструкции i -ой стадии. В ходе работы на основании регрессионного анализа было установлено, что при термическом модифицировании березы на цвет влияет первая и вторая стадии термической деструкции. При термическом модифицировании сосны – вторая и третья стадии. В зависимости от степени их завершения цвет древесины будет меняться от светло-коричневого до черного.

$$R_{\bar{G}} = 251 - 624\omega_1 - 690\omega_2 ; \quad (4)$$

$$G_{\bar{G}} = 186 - 576\omega_1 - 387\omega_2 ; \quad (5)$$

$$B_{\bar{G}} = 144 - 543\omega_1 - 74\omega_2 ; \quad (6)$$

$$R_{\bar{C}} = 251 - 967\omega_2 - 235\omega_3 ; \quad (7)$$

$$G_c = 177 - 829\omega_2 - 67\omega_3; \quad (8)$$

$$B_c = 120 - 570\omega_2 - 21\omega_3. \quad (9)$$

В уравнениях (4)–(9) $R_{\bar{b}}$, $G_{\bar{b}}$, $B_{\bar{b}}$, R_c , G_c , B_c – составляющие цвета в системе разложения RGB для березы и сосны соответственно.

Полученные зависимости хорошо согласуются с результатами обработки экспериментальных данных работы [3] и работы [4].

Таким образом, на основе проведенных сравнений можно сделать вывод о работоспособности предлагаемой математической модели для прогнозирования цветовых характеристик термомодифицированной древесины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кислицын А.Н. Пиролиз древесины: химизм, кинетика, продукты, новые процессы / А.Н. Кислицын. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 312 с.
2. Шведов Б.А. Дис. ... д-ра техн. наук / Шведов Б.А. – М., 1990. – 542 с.
3. Ахметова Д.А. Дис. ... канд. техн. наук / Ахметова Д.А. – Казань, 2009. – С. 97–101.
4. Справочник «Термовуд» / Финская ассоциация термообработки древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.termowood.fi.

УДК 674.81:667.663.26:620.191.4

ПРИМЕНЕНИЕ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОКРЫТЫХ ЛАКОМ

Е.С. Синегубова

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

В.В. Савина

ст.преподаватель, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

Vik_savina@bk.ru

Е.Р. Самаркин

гр.МТД-45, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

И.Г. Григоров

ИХТТ УрО РАН, г.Екатеринбург, РФ

В статье рассматриваются исследования поверхности древесных материалов, покрытых лаком применяя атомно-силовую микроскоп.

Развитие научно-технического направления – НАНОТЕХНОЛОГИЯ, охватывающее широкий круг, как фундаментальных, так и прикладных исследований, стимулировало разработку новых экспериментальных методов изучения материалов. Наиболее информативными визуальными методами наблюдения наноструктур являются методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), предложенные Нобелевскими лауреатами 1986 году – профессором Генрихом Рореру и доктором Гердом Биннигом. В этом же году Биннигом был предложен, а Христианом Гербергом изготовлен первый атомно-силовой микроскоп (АСМ) [1].

Применение зондовой микроскопии позволило исследовать нанообъекты различной природы – от конденсированных сред до биообъектов. Это привело к тому, что СЗМ стали наиболее востребованными на мировом рынке таких классов приборов для научных исследований. Простота методов визуализации нанообъектов и относительно несложная конструкция СЗМ позволили многим исследовательским группам конструировать самодельные СЗМ и экспериментировать в данном направлении.

В данной работе приведена попытка исследования лакированной поверхности древесины (шпона) с помощью АСМ СММ 2000 (рис.1–3).

Программное обеспечение СММ 2000 позволяет определить основные параметры шероховатости поверхности. На рис. 4 приведены два участка поверхности шпона размерами 38,48×38,48 мкм и 18,51×18,51 мкм, а также данные соответствующих профилей.

По данным рис. 4 следует, что среднеквадратичная шероховатость (R_q) равна 43,58 нм, а максимальная высота рельефа 84,45 нм для поверхности 38,48×38,48 мкм, и соответственно 22,62 нм и 34,56 нм для 18,51×18,51 мкм. По спектральным характеристикам (дифференциальной и интегральной) профиля можно сделать вывод, что количество гребней больше количества впадин, но впадины имеют большую глубину.

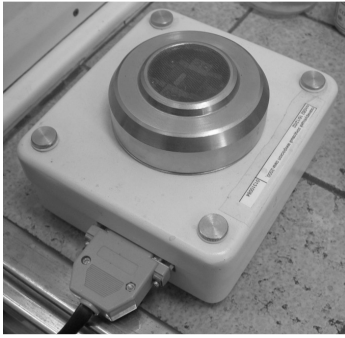


Рис. 1. Сканирующий мультимикроскоп СММ2000 завода «Протон-МИЭТ»

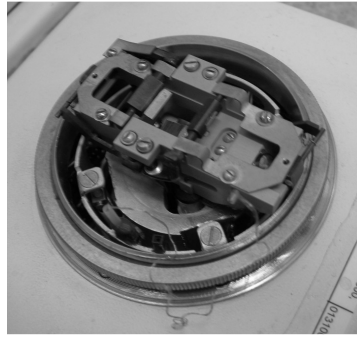


Рис. 2. Вид атомно-силовой приставки СММ 2000

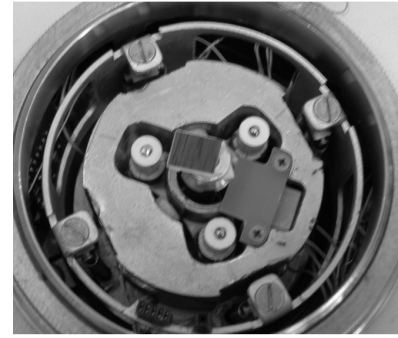


Рис. 3. Установка объекта исследования в сканер СММ 2000

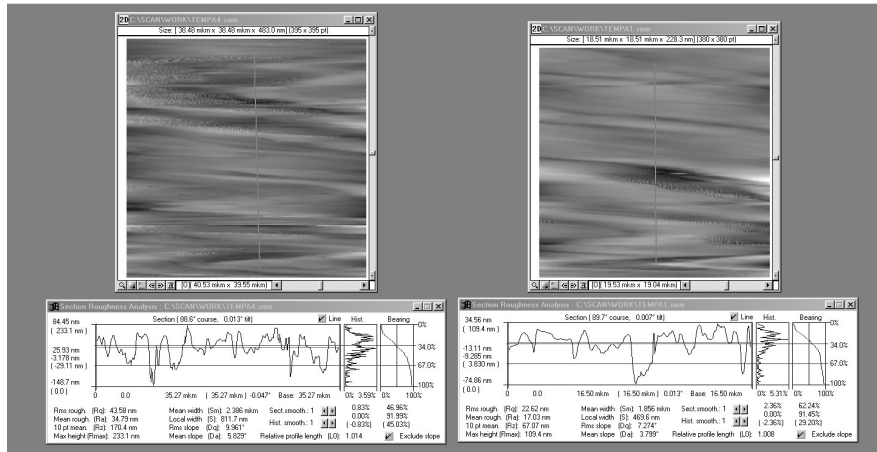


Рис. 4. Два участка поверхности шпона с размерами 38,48×38,48 мкм и 18,51×18,51 мкм, а также данные соответственных вертикальных профилей

На рис. 5 приведено трехмерное изображение поверхности шпона размером 38,48×38,48 мкм. Трехмерное изображение позволяет в более наглядной форме оценить характерные особенности шероховатости поверхности.

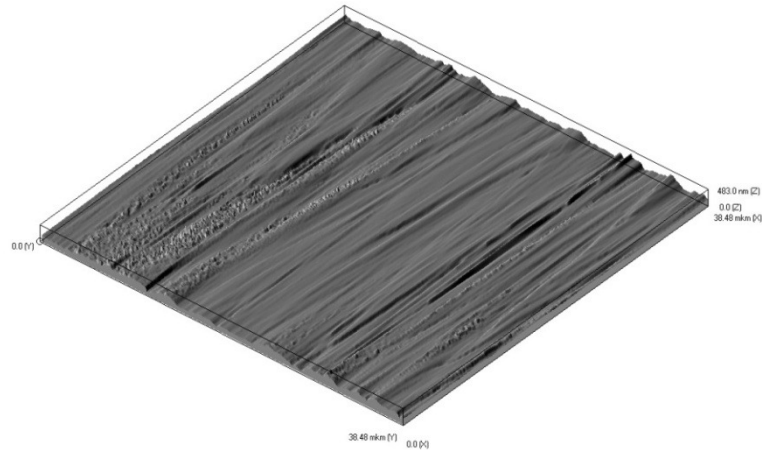


Рис. 5. Трехмерное изображение поверхности шпона, АСМ

Зонд (кантилевер) АСМ СММ 2000 имеет очень хрупкую конструкцию, поэтому при исследовании поверхностей с шероховатостью более ± 1 мкм его легко можно сломать. Поэтому, для исследования сильно развитых поверхностей, к каким относятся поверхности деревянных деталей, наиболее пригоден СЗМ, разработанный в Технологическом институте сверхтвердых и новых углеродных материалов (ТИСНУМ) г. Троицк. Данный СЗМ «НАНОСКАН» имеет пьезорезонансный кантилевер камертонной конструкции с высокой изгибной жесткостью консоли ($\sim 5 \times 10^4$ Н/м), что позволяет использовать его не только в качестве зонда для получения трехмерного изображения, но и в качестве нанотвердомера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л. Миронов. – М.: Техносфера, 2004. – 144 с.

СУШИЛЬНАЯ КАМЕРА С ГОРИЗОНТАЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА

Н.С. Христофорова,

аспирант, учеб. мастер каф. ДОП, МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

А.Н. Чемоданов,

канд. техн. наук, профессор, МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

ChemodanovAN@marstu.net

В статье рассматривается конструкция лесосушильной камеры периодического действия с горизонтально-поперечной циркуляцией сушильного агента и системой экранов.

Каждый кубический метр свежесрубленной древесины содержит от 300 до 400 кг воды, что составляет 35–40 % массы древесины. Для испарения 1 кг воды необходима тепловая энергия равная 0,66 кВт·ч, в перерасчете на 1000 м³ древесины – 264000 кВт·ч или около 2 млн. руб. Снижение энергоёмкости сушки только на 1 % в этом случае экономит 20000 руб., что говорит о необходимости разработки эффективных с точки зрения энергозатрат сушильных устройств.

Была разработана и запатентована конструкция сушильной камеры.

Таблица 1

Техническая характеристика сушильной камеры

Внутренние размеры камеры (В×Н×Z), м	3,0×3,5×8,0
Размеры рабочего объема камеры (В×Н×Z), м	3,0×3,5×6,5
Размеры штабеля пиломатериалов (В×Н×Z), м	2,4×2,7×6,0
Вместимость пиломатериалов при полндревесности 0,5–0,75 м ³	20–30
Воздушный узел - двигатель, мощность установочная, кВт - частота вращения вала, об/мин - производительность, 10 ³ *м ³ /час - давление полное, Па - масса без двигателя, кг	Вентилятор осевой реверсивный ВО 16-300, исполнение № 5 4,0 1395 12,2–33,0 500–240 111,5
Тепловой узел - площадь поверхности нагрева, м ² - площадь живого сечения по воздуху, м ² - площадь живого сечения по воде, м ² - производительность по теплу, кВт - масса, кг	Калорифер стальной оребренный КСн4-12 160,5 1,255 0,00507 609,5 513
Корпус камеры - толщина, мм - плотность, кг/м ³ - теплопроводность, Вт/(м·К) - сопротивление теплопередаче, м ² /°С/Вт - горючесть - водопоглощение при полном погружении за 2 часа, % по объему	Каркасное основание и сэндвич-панели с термоизоляцией из минеральной плиты на основе базальтового волокна 80 110–140 не более 0,052 1,97 НГ не более 1,5

Энергоёмкость процесса сушки, сроки и качество сушки лесоматериалов определяются соблюдением необходимой температуры сушильного агента, его скорости и напора.

Регулирование скорости и напора воздушного потока внутри камеры производится боковыми экранами, поворотными крыльями, закрепленными на основном экране, и распределительными экранами. Расположение основных элементов камеры показаны на рис. 1, 2.

Первоначально устанавливается положение поворотных крыльев 2 основного экрана (см. рис. 2). Расстояние А от края крыльев до стены камеры должно находиться в пределах 30 см. При этом выдерживаются средние значения скорости и напора воздушного потока. Их изменение производится изменением расстояния А в диапазоне 20–30 см. Выбранное положение боковых крыльев фиксируется при помощи металлических крючков.

Перед началом работы камеры боковые экраны 3, 4 находятся в свободном состоянии, правый и левый канаты 10, 11 (см. рис. 2) управления экранами освобождены. Правый и левый экраны 11 (см. рис. 1) пружинами устанавливаются вдоль стен камеры, тросы 12, 13 (см. рис. 2) управления экранами свободны.

Перед включением вентилятора левый канат 11 бокового экрана 4 (см.рис. 2) натягивается и в таком положении закрепляется. При этом экран 4 прижимается к стене камеры, за стяжку экранов прижимает экран 3 к боковому экрану 2. Натяжение троса 13 левые распределительные экраны ставятся в рабочее положение (прижимаются к штабелю или ставятся перпендикулярно стене камеры), трос

13 в таком положении закрепляется и включается вентилятор. Правый трос и канат управления распределительными и боковыми экранами остаются свободными. Воздушный поток сушильного агента совершает слева направо горизонтально-поперечную циркуляцию, происходит прогрев древесины.

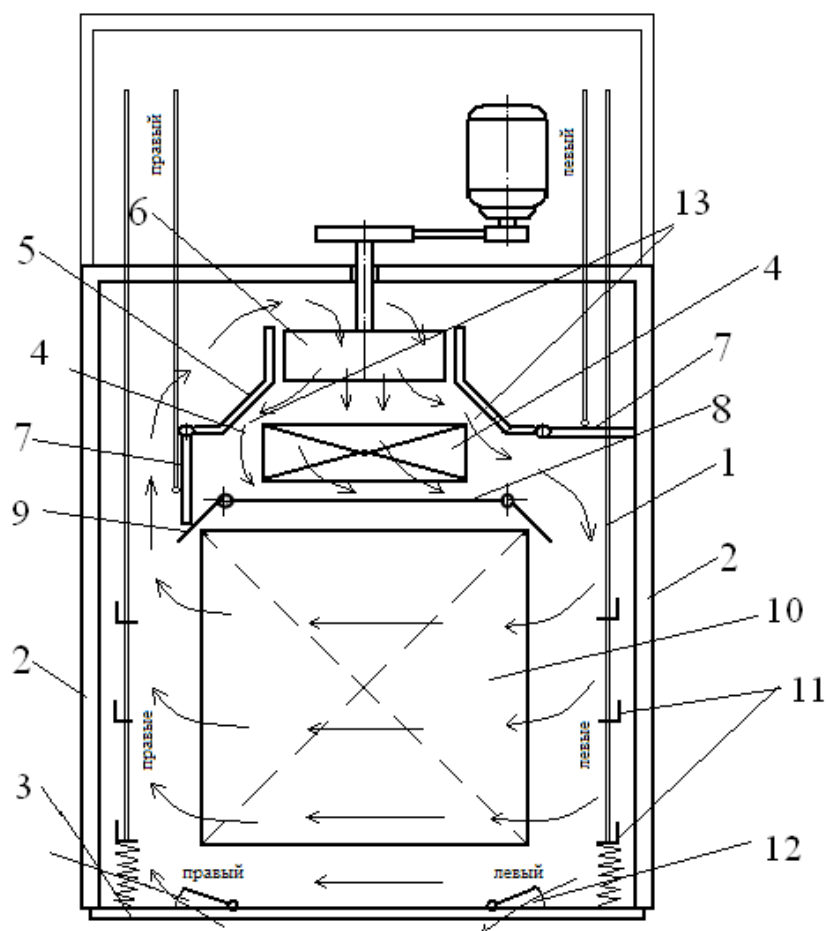


Рис. 1. Общий вид сушильной камеры

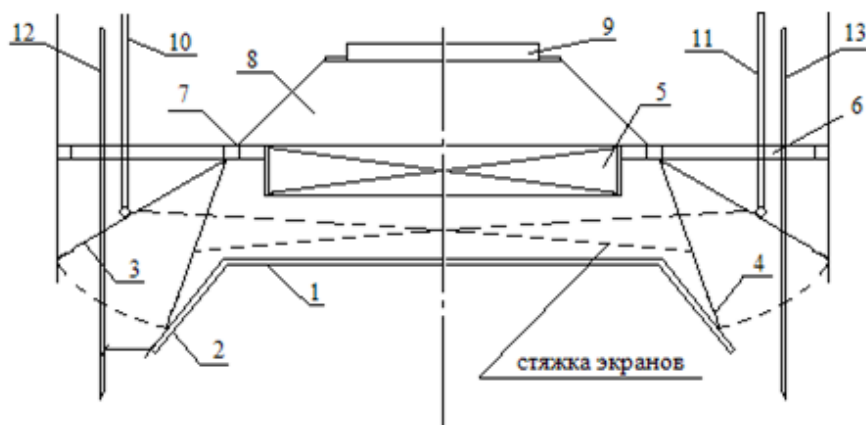


Рис. 2. Тепловой узел сушильной камеры

В течение суток 4–6 раз происходит реверсирование воздушного потока. При этом вентилятор выключается, натянутые трос и канат управления боковыми и распределительными экранами с одной стороны освобождаются, с другой стороны такие трос и канат натягиваются и закрепляются, затем включается вентилятор. Направление движения воздушного потока меняется на противоположное.

Удаление влажного воздуха из камеры производится при любом направлении воздушного потока в камере путем открытия продувных окон.

При работе камеры проводят начальную, промежуточную и конечную влаготеплообработку. Начальная влаготеплообработка необходима для придания лесоматериалам примерно одинаковой исходной влажности и возможности оптимального применения одного из принятых режимов сушки. Промежуточная влаготеплообработка проводится при влажности лесоматериалов около 20% для снятия

напряжений внутри древесины и избежания деформаций заготовок. Конечная влаготеплообработка проводится для снижения разброса влажности по длине и ширине штабеля. Затем производится охлаждение камеры вместе с материалом до 40 °С, далее – выгрузка лесоматериалов.

Эксплуатация 2-х камер подобного типа в течение нескольких месяцев велась без соблюдения режимов сушки, реверсирования движения сушильного агента, контроля его параметров. Температура теплоносителя в системе находилась в пределах 60–70 °С, влаготеплообработка не проводилась, не всегда проводилась охлаждение камеры вместе с материалом.

При этом цикл сушки был равен 4–6 суткам для сосновых обрезных пиломатериалов толщиной 25, 50 мм до конечной влажности 4–8%, присутствовали торцевые трещины незначительные коробления.

Это говорит о том, что результативность сушки может быть повышена. Для этого необходимо дальнейшие исследования работы камер с четким соблюдением всех параметров режимов сушки. На кафедре ДОП МарГТУ подготовлен комплект необходимой измерительной аппаратуры, элементы сушильной камеры. Проведение дальнейших экспериментальных исследований запланировано на 2012 год.

УДК 674.047

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССОВ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ ЦЕННЫХ МЯГКИХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД БЕЗ ИСКУССТВЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ В КОНВЕКТИВНЫХ КАМЕРАХ

А.Н. Чернышев,

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

Т.В. Ефимова,

канд. техн. наук, ст. преподаватель ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

alnik19@yandex.ru

В статье рассматривается исследование процесса сушки древесины ценных мягких лиственных пород без искусственного увлажнения в конвективных сушильных камерах периодического действия.

Вишня (ботаническое название – *Prunus avium*, семейство розоцветных) выращивают практически во всех странах умеренного пояса Северного полушария. В России вишню можно встретить на всей европейской части (на севере – до Вологды и Кирова), а также на юге Западной Сибири, особенно распространена в южных регионах, на Кавказе, в Ставропольском крае.

Вишня – ядровая порода. Цвет ядра – от красновато-коричневого до интенсивного красного. Заболонь древесины вишни узкая, розоватая или желтоватая. Зрелая древесина вишни розово-коричневатая, иногда розово-сероватая. Структура древесины вишни однородная ровноволокнистая с хорошо заметными на всех разрезах годичными слоями. При радиальном разрезе выявляется полосатость. Расположение волокон в основном прямое. Как и другие плодовые породы, вишня отличается высокой равноплотностью, т. е. небольшой разницей в строении ранней и поздней древесины годичных слоев. Число годичных слоев на 1 см поперечного разреза для черешни, произрастающей на Кавказе в среднем равно 2,8. Микронеровности, остающиеся после обработки поверхности древесины вишни, составляют R_m 32-40, поэтому окончательная отделка изделий из нее способна дать гляцевый блеск поверхности. По стойкости к гниению и другим биологическим поражениям среди отечественных пород черешню относят к средне-стойким породам. Древесина черешни (вишни) – вязкая, по механическим свойствам, в частности, твердость (по Бринеллю 3.0-3.3) существенно мягче древесины дуба и бука, хорошо поддается всем видам обработки, легко обрабатывается режущим инструментом, шлифуется, полируется, тонируется и отделяется.

Свежесрубленная древесина вишни (черешни) имеет влажность около 65%. Вишня относится к малоусыхающим породам. Усредненные значения коэффициента разбухания/усушки: радиальный $K_r = 0,14$; тангенциальный $K_t = 0,27$; объемный $K_v = 0,43$; значение плотности древесины при нормализованной влажности $W = 12\%$ $\rho_{12} = 570-630 \text{ кг/м}^3$ [1].

Древесина вишни очень декоративна. Под действием солнечного света и в результате отделки древесина вишни и черешни приобретает красивый теплый золотистый красновато-коричневый цвет, напоминающий цвет красного дерева (махагони). Иногда древесина вишни имеет зеленоватый оттенок, что считается пороком и снижает её цену, т.к. требует дополнительных работ по подбору тонировки. У более старых деревьев красный цвет становится преобладающим в окраске текстуры.

Благодаря красивому строению и цвету древесины, а также высоким механическим и технологическим свойствам, вишня всегда пользовалась спросом и относилась к ценным породам. Эта порода ввиду ее невысокой стойкости к биологическим и климатическим воздействиям применяется только для внутренней отделки помещений и изготовления мебели. Мода на использование вишни в интерьерах жилых помещений постепенно возвращается. Традиции ее использования имеют глубокие корни.

Древесина вишни в настоящее время чаще идет на изготовление строганого шпона. Массив применяется в краснодеревном производстве и используется для производства эксклюзивной мебели, музыкальных инструментов и столярных изделий высшего класса потребительских свойств. Употребление вишни в мебельном производстве наиболее характерно для периода с начала до середины XIX века, когда господствовали стили «ампир» и «бидер-мейер». Вишня использовалась и используется сейчас для инкрустаций, для токарных и резных изделий. Стеновые и потолочные панели из вишни в сочетании с другими породами древесины придают помещению особый уют. Вишнёвые изделия хорошо подходят для комнаты с северным расположением и освещением. Ее разнообразные оттенки очень нежные и теплые, что позволяет в полную силу развернуться фантазии дизайнера, творчеству конструктора и умению технолога. С течением времени вишня темнеет и приобретает более насыщенный, глубокий цвет. Из-за невысокой твердости и износостойкости (истираемости) – тангенциальная 0,24 мм [1] – ее все-таки нежелательно применять для производства паркета и лестниц.

Применяется натуральный материал с такими замечательными потребительскими свойствами и в ЦЧР, где пользуются спросом высококачественные изделия из древесины премиум-класса. Однако переработка древесины вишни из-за её технологических и ценовых показателей требует крайне взвешенного подхода и специальных навыков.

В связи с вышеотмеченным обстоятельством кафедры МТД ВГЛТА в течение нескольких лет сотрудничает с одной из строительных компаний г. Воронежа в рамках взаимовыгодного договора о творческом содружестве с целью предоставления научно-технической, дизайнерско-конструкторской и технологической информации по проблеме механической переработки древесины мягких лиственных пород. Компания владеет собственной промплощадкой на западной окраине г. Воронежа с размещёнными на ней столярно-мебельными мастерскими «Соло+» в составе деревоперерабатывающего цеха, сушильного участка, трансформаторной подстанции и стационарной котельной на твёрдом топливе. Цех выпускает корпусную и решётчатую мебель от эконом- до премиум-класса, лестницы, панели, дверные и оконные блоки, перерабатывая до 300 м³/год.

Тем не менее, в качестве сушилок до сих пор используются приспособленные для одно- и двухштабельной загрузки помещения проходного типа с самостоятельно смонтированными вентиляторами и калориферами с ручным управлением без увлажнительных устройств и коридора управления. Это связано с тем, что имеющаяся возможность по приобретению стационарных сушильных камер не решает проблему, т.к. на предприятии установлена котельная на твёрдом топливе с ручной загрузкой. Обустройство автоматизированной котельной, не говоря уже о газовой, требует очень больших вложений и времени. Поэтому, когда предприятие столкнулось с необходимостью в переработке такой достаточно редкой для нашего региона породой как вишня (черешня), поставляемой с Северного Кавказа в виде необрезных пиломатериалов толщиной 50 мм (70%) и 32 мм (30%), длиной 3 м и шириной от 200 до 600 мм, то возник повод для сотрудничества с академией.

Для оценки и технико-экономического анализа ситуации в сушильном хозяйстве были привлечены сотрудники и студенты кафедры древесиноведения ВГЛТА под руководством доц. Курьяновой Т.К., проф. Платонова А.Д. и проф. Сафонова А.О. Таким образом, руководство предприятия остановилось пока на существующем варианте технологий сушки, несмотря на понимание, что в обозримом будущем кардинальных изменений не избежать: ручное управление и отсутствие искусственного увлажнения остались.

В связи с вышеобозначенными организационными обстоятельствами было решено не придерживаться традиционной технологии сушки, приведённой в РТМ [2], т.к. применение данной методики в полном объёме к сушке без пара не представляется возможным из-за отсутствия такового, что значительно удлиняет процесс. Не представляется возможным в данных условиях использовать и «осциллирующие режимы» [3] из-за значительной инерционности камер. Поэтому, в связи с тем, что интенсивность и особенности развития внутренних напряжений при конвективной сушке без искусственного увлажнения несколько другие [4], то необходимо использовать так называемые параболические режимы [5], адаптированные для конвективной сушки (таблица 1). Эти режимы предусматривают 4 ступени с начальным прогревом и конечной ВТО. Искусство обезвоживания такими режимами на практике означает умение рационально использовать влагу, содержащейся в самой древесине, для поддержания необходимой для качественной и интенсивной сушки степени насыщенности сушильного агента.

Предварительно процесс сушки был математически смоделирован, получены значения переходных влажностей и другие основные режимные параметры, после чего осуществлены практические производственные сушки вишни (черешни). По своим физико-механическим показателям древесина вишни сохнет хорошо, быстро, ровно, мало растрескивается, однако склонна к заметному короблению в поперечной плоскости.

Всего с июля 2008 г. по настоящее время было осуществлено 25 сушек вишнёвых необрезных пиломатериалов в 2-штабельной сушилке мягкими режимами для изготовления мебели и полотен дверей и 12 сушек нормальными режимами в 1-штабельной камере для изготовления коробок дверей, наличников, плинтусов, карнизов, картушей, балясин, сандриков, перил, панелей и т.п.

В результате проведённых мероприятий удалось снизить среднюю продолжительность процесса на 30% – с 15 до 10 суток; получить для пиломатериалов, высушенных мягкими режимами, I категорию качества, нормальными – II категорию качества.

Таблица 1

Режимы низкотемпературной сушки вишнёвых пиломатериалов в конвективных камерах без искусственного увлажнения

Средняя влажность, %	Параметры режима	Толщина, мм			
		Мягкие режимы (М)		Нормальные режимы (Н)	
		32	50	32	50
>50	t, °C	70	56	74	62
	Δt, °C	5	3	6	4
	φ	0,79	0,82	0,76	0,82
50-35	t, °C	56	42	62	55
	Δt, °C	3	2	4	5
	φ	0,84	0,89	0,82	0,76
35-25	t, °C	68	66	75	72
	Δt, °C	8	7	10	10
	φ	0,68	0,71	0,64	0,62
<25	t, °C	77	70	88	77
	Δt, °C	22	19	26	22
	φ	0,34	0,37	0,31	0,34

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уголев Б.Н. Древоисоведение с основами лесного товароведения / Б.Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2001. – 336 с.
2. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины. А., ЦНИИМОД, 2000. – 143 с.
3. Патент РФ №20271227, МКИ³ 26И5/04. Способ сушки древесины / Расев А.И. – №97023135/26-06; Заявл.21.11.2000; Опубл.15.02.2002, Бюл. №2. – 2 с.
4. Чернышев А.Н. Напряжённо-деформированное состояние обрезного сортимента при непаровой сушке: монография / А.Н. Чернышев. – Воронеж, ВГЛТА, 2005. – 80с.
5. Патент РФ №2319915 С1 Способ сушки пиломатериалов / А.Н. Чернышев, А.А. Филонов. – МКП⁷ F28 В1/00, 3/04. – №20061116335/06; Заявл.12.05.2006; Опубл. 20.03.2008, Бюл.№30. – 4 с.



РАЗРАБОТКА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК674.815

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ, ОБЛИЦОВАННЫХ ФОЛЬГОЙ

Т.Н. Вахнина,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
t_yachnina@mail.ru.

М.О. Попова,

студ. гр. 07-Д-3, ФГБОУ ВПО КГТУ

Исследована возможность облицовывания древесно-стружечных плит алюминиевой фольгой в процессе горячего прессования. Приведены регрессионные математические модели физико-механических характеристик плит.

В условиях, когда Россия вступила в ВТО, насущной необходимостью для отечественного плитного производства становится завоевание своей ниши на мировом рынке древесно-стружечных плит (ДСтП). Основным потребителем ДСтП является мебельное производство. В настоящее время Россия по объему мирового импорта мебели занимает четвертое место среди стран-клиентов ЕС. Со снижением пошлин на импортную мебель и древесные плиты, отечественные товары могут стать неконкурентоспособными.

В новых рыночных условиях ведущие европейские фирмы по производству плит для того, чтобы завоевать и удержать потребителей ДСтП – производителей мебели, совершенствуют ассортимент и качество выпускаемой продукции. Лидеры мирового плитного производства – производители Германии в условиях мирового экономического кризиса для предотвращения падения продаж увеличивают инвестиции на исследовательские работы и разрабатывают новые технологии.

Европейские производители выпускают плиты широкого ассортимента. В последнее время в Европе наметилась тенденция использования ламинированных плит, имитирующих различные минералы, металлы, шифер серых и антрацитовых тонов, а не только текстуру древесины различных пород. Ведутся также разработки в области производства металлизированных плит. В нашей стране таких плит пока не производится.



Рис. 1

На кафедре МТД КГТУ выполнена разработка плит с поверхностью из алюминиевой фольги. Образец представлен на рисунке 1. Облицовывание производится в процессе горячего прессования, клеевой материал – фенолоформальдегидная смола СФЖ-3014 с модифицирующей добавкой – эпоксидной смолой для улучшения адгезии к металлу.

В работе по созданию композита с металлизированной поверхностью, формируемой в процессе горячего прессования, имеется много сложностей, начиная с фракционного состава стружки наружных слоев. Для создания гладкой глянцевой поверхности необходимо, как и при

ламинировании, использовать микростружку, дающую мелкоструктурную поверхность. При использовании более крупной фракции в наружных слоях интересный эффект дают металлические прокладки, позволяющие получить структурированную поверхность. Но наибольшая сложность – в составе клеевой композиции для производства данного композита.

Самое распространенное связующее для производства ДСтП – карбамидоформальдегидная смола, не имеет сродства к металлам. Исследования показали, что фенолоформальдегидная смола (ФФС) без модифицирующих добавок дает соединение с прочностью на отрыв наружного слоя (алюминиевой фольги) 0,1...0,3 МПа.

Хорошим сродством к металлам обладают эпоксидные смолы, они применяются для склеивания таких разнородных материалов, как металл и древесина [2, 3]. Исследования показали, что эпоксидный

олигомер хорошо совмещается на стадии осмоления с СФЖ–3014. Однако для производства композитов на этих смолах нужны разные температурные условия. Отверждаемые ФФС характеризуются большей термостабильностью, чем эпоксидные смолы, причем при прессовании процессы поликонденсации до стадии резита характеризуются очень медленным развитием деструкции вплоть до 400 °С [3].

Низкомолекулярные эпоксидные олигомеры имеют меньшую теплостойкость, однако композиция с фенолами повышает данный показатель [4]. К преимуществам эпоксидных олигомеров можно отнести небольшое число поперечных сшивок макромолекул и значительное расстояние между ними [1], что обуславливает большую, чем для ФФС, эластичность отвержденного связующего.

Исследование проводилось с использованием полного факторного плана. Исходя из анализа априорной информации, в исследовании был выбран диапазон варьирования температуры прессования 170...190 °С. Малые интервалы варьирования факторов процесса производства позволили на начальных этапах исследования получить адекватные линейные математические модели показателей композитов. Варьировались факторы: удельная продолжительность прессования τ' , мин/мм (X_1); температура прессования T , °С (X_2); доля добавки модификатора (эпоксидного олигомера) D , (X_3).

Выходные величины – прочность плит при статическом изгибе $\sigma_{и}$, МПа (Y_1), прочность на отрыв наружного слоя $\sigma_{н}$, МПа (Y_2), разбухание по толщине за 2 ч P_{h2} , % (Y_3), разбухание по толщине за 24 ч P_{h24} , % (Y_4).

План эксперимента и результаты статистической обработки экспериментальных данных представлены в таблице. Средние арифметические выходных величин – \bar{Y}_j . Дисперсии в j -х опытах – S_j^2 .

Таблица

План эксперимента и результаты статистической обработки экспериментальных данных

№ опыта	X_1	X_2	X_3	\bar{Y}_1	S_1^2	\bar{Y}_2	S_2^2	\bar{Y}_3	S_3^2	\bar{Y}_4	S_4^2
1	+	+	+	17,628	0,691	0,317	0,004	11,494	14,138	13,694	16,160
2	–	+	+	17,131	0,986	0,648	0,066	15,748	6,027	12,467	11,377
3	+	–	+	19,523	2,683	0,581	0,021	14,179	4,705	17,107	0,454
4	–	–	+	20,352	3,197	0,859	0,058	9,009	6,071	11,572	1,203
5	+	+	–	15,838	0,887	0,417	0,008	9,024	0,168	10,603	0,511
6	–	+	–	19,930	2,782	0,672	0,018	16,095	12,867	19,045	4,260
7	+	–	–	16,115	1,390	0,416	0,017	11,275	3,478	13,115	6,022
8	–	–	–	14,467	0,099	0,537	0,078	5,601	0,064	7,669	0,310

По результатам обработки экспериментальных данных получены регрессионные математические модели зависимостей:

- прочности плит при статическом изгибе $\sigma_{и}$, МПа (Y_1)

$$Y_1 = 17,62 - 0,347X_1 + 1,04 X_3 - 0,55X_1X_2 + 0,26X_1X_3 - 1,29X_2X_3;$$

- прочности на отрыв наружного слоя $\sigma_{н}$, МПа (Y_2)

$$Y_2 = 1,11 - 0,12X_1 - 0,04X_2 + 0,05X_3 - 0,02X_1X_2 - 0,03X_1X_3 - 0,08X_2X_3;$$

- разбухания по толщине за 2 ч P_{h2} , % (Y_3)

$$Y_3 = 11,55 - 0,06X_1 + 1,54X_2 + 1,054 X_3 - 2,77X_1X_2 + 0,29X_1X_3 - 0,52X_2X_3;$$

- разбухания по толщине за 24 ч P_{h24} , % (Y_4)

$$Y_4 = 13,16 + 0,47X_1 + 0,79X_2 + 0,55 X_3 - 2,27X_1X_2 + 1,22X_1X_3 - 1,42X_2X_3.$$

Графики зависимости прочности плит при статическом изгибе и прочности на отрыв наружного слоя от температуры прессования приведены на рис. 2, 3.

При минимуме удельной продолжительности прессования и минимальной доле эпоксидного олигомера в клеевой композиции рост температуры положительно сказывается на прочности плит при статическом изгибе – углубляется степень поликонденсации ФФС. Растет при этом и прочность плит на отрыв наружного слоя, однако не достигает 0,8 МПа.

Максимальная доля количества ФФС, замещаемой эпоксидной смолой, приводит с увеличением температуры прессования к падению прочности плит при статическом изгибе и при отрыве наружных слоев. Однако максимум прочности плит при отрыве наружных слоев обеспечивается именно при такой клеевой композиции. Поэтому рекомендуется максимальная (в рамках диапазона варьирования) добавка в клеевую композицию эпоксидного олигомера и минимум температуры прессования – 170 °С.

Анализ моделей позволил разработать технологические рекомендации для выпуска плит с поверхностью, облицованной в процессе горячего прессования алюминиевой фольгой. Данные плиты могут расширить ассортимент продукции, выпускаемой отечественными плитными предприятиями, и послужить основой для дизайнерских разработок в области интерьера и мебельных изделий.

$\uparrow Y_1, (\sigma, \text{МПа})$

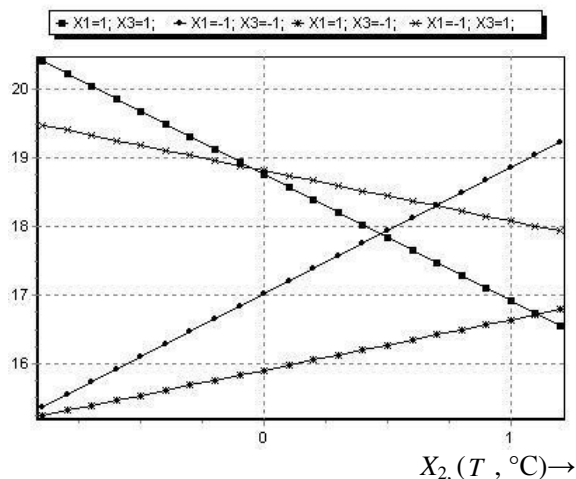


Рис. 2. График зависимости прочности плит при статическом изгибе от температуры прессования

$\uparrow Y_2 (\sigma, \text{МПа})$

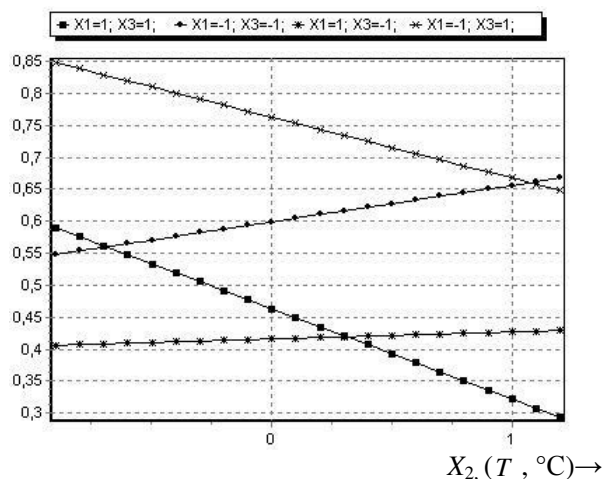


Рис. 3. График зависимости прочности плит на отрыв наружного слоя от температуры прессования

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В.И. Полимеры в производстве древесных материалов / В.И. Азаров, В.Е. Цветков. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 236 с.
2. Тагер А. А. Физикохимия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1978. – 544 с.
3. Фрейдин А.С. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины / А.С. Фрейдин, К.Т. Вуба. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 223 с.
4. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений / А.С. Фрейдин. – М.: Химия, 1981. – 272 с.

УДК 674.812.2

ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ДОБАВКОЙ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Т.Н. Вахнина,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

t_yachnina@mail.ru.

В.Ю. Лебедева,

студ., ФГБОУ ВПО КГТУ

Исследована возможность переработки измельченных бытовых отходов полиэтиленовой тары в древесно-полимерные композиционные материалы, производимые по технологии древесно-стружечных плит.

Объем полимерных упаковочных материалов с каждым годом все возрастает, причем темпы роста не снижаются [2]. С ростом образования полимерных отходов связан целый комплекс экологических и экономических проблем. Простая утилизация полимерных отходов в захоронениях малоэффективна. Разложение данных материалов происходит за период от 50 до 100 лет. При сжигании полимерных отходов выделяется большое количество диоксинов и других вредных веществ. В связи с этими проблемами в некоторых странах Европы, таких, как Италия, уже сегодня ограничено использование полиэтиленовой упаковки в бытовых целях. Однако актуальность проблемы переработки полимерных отходов обусловлена не только соображениями охраны окружающей среды.

В России, как и в мире в целом, перерабатывается лишь незначительная часть пластиковых отходов, причем 70–80% переработки приходится на долю промышленных отходов. При использовании вторичного сырья в качестве добавки при производстве полимерных материалов возникает ряд трудностей. Переработка данных упаковочных материалов в полимерные изделия требует тщательной сортировки и очистки отходов, данные технологические операции являются трудоемкими и затратными. К технологическим сложностям развития данного направления переработки полимерных отходов относится также старение полиэтилена под действием солнечной радиации. При этом ухудшаются свойства материала, снижаются механические, реологические и другие характеристики [1].

Наиболее рациональной является переработка полимерных отходов в плитные композиционные материалы. Одним из технически возможных вариантов таких композитов является древесно-полимерная

плита, состоящая из древесных частиц и измельченных полимерных отходов с добавкой полимерного связующего. Свои сложности есть и в развитии данного направления. Получение данного полимера методом цепной полимеризации обуславливает отсутствие в нем свободных активных группировок, которые могут создавать связи с компонентами древесины и полимерного связующего. Модель структуры полиэтилена, созданная в программе «ChemCraftv. 1.6 build 315», представлена на рис. 1.

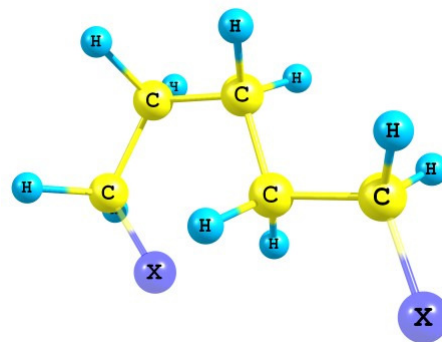


Рис. 1. Модель структуры полиэтилена

Структурное звено (между X-X) повторяется многократно (степень полимеризации 60 000...800 000). Пространственное расположение макромолекулы иллюстрирует то, что разрыв связей между мономерными звеньями является энергоемким из-за пластичности структуры. К тому же связи «углерод-углерод» имеют высокую энергию связи [3].

Полиэтилен можно вводить в состав композита в качестве неактивного наполнителя. Однако, являясь инертным наполнителем, полиэтилен не создаст прочную структуру с высокими физико-механическими показателями. Существующие между мономерными звеньями связи можно разрушить механически (дроблением), с использованием растворителей полимеров, или при сочетании этих способов. Механическое дробление является наиболее простым, но дает более крупные обрывки молекул с меньшим числом активных связей, способных взаимодействовать с компонентами древесины и синтетического связующего.

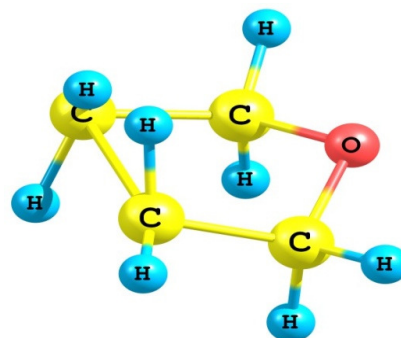


Рис. 2. Модель тетрагидрофурана

В работе выдвинуто предположение, что растворитель другого гетероцепного полимера – полистирола, производимый из фурана циклический эфир – тетрагидрофуран, может быть использован для воздействия на полиэтилен. Модель тетрагидрофурана представлена на рис. 2. Возможно, под воздействием тетрагидрофурана часть связей в макромолекуле будет разрушена, что позволит получить звенья с меньшей степенью полимеризации, чем при механическом дроблении, то есть с большим числом активных связей. Этот способ разбиения макромолекулы полиэтилена на звенья с незаблокированными активными связями позволит в процессе прессования создать более прочную структуру древесно-полимерного композита.

В исследовании, проводимом на кафедре МТД КГТУ, была экспериментально проверена возможность использования карбамидоформальдегидного связующего (КФС) и фенолоформальдегидного связующего (ФФС), а также тетрагидрофурана для производства древесно-полимерного композита с добавкой измельченных бытовых отходов полиэтиленовой тары. Результаты экспериментального исследования представлены в таблице.

Таблица

Результаты обработки экспериментальных данных

Вид образца	Прочность композитов при статическом изгибе, МПа		Разбухание по толщине за 24 ч, %	
	Среднее арифметическое \bar{V}_i	Дисперсия S_i^2	Среднее арифметическое \bar{V}_i	Дисперсия S_i^2
Контрольные образцы на ФФС без добавки полиэтилена	17,61	9,666	15,01	11,276
Образцы на КФС с добавкой полиэтилена	11,56	3,241	28,31	3,625
Образцы на ФФС с добавкой полиэтилена в наружные слои	18,66	2,969	31,88	3,382
Образцы на ФФС с добавкой полиэтилена и тетрагидрофурана	19,43	4,477	12,74	2,756
Образцы без добавки синтетического связующего	2,36	10,328	44,52	9,568

Обработка результатов показала, что вид древесно-полимерной композиции оказывает значимое влияние на физико-механические показатели разрабатываемого материала. Наилучшие результаты по прочности композитов при статическом изгибе и разбухании по толщине за 24 часа дает использование в композиции добавки ФФС.

Прессование композитов с добавкой измельченных полиэтиленовых отходов без синтетического связующего (по технологии древесно-стружечных плит) приводит к резкому падению прочности и росту

разбухания по толщине. Производство композитов по технологии древесных пластиков без связующего возможно, но необходимо при выборе температуры прессования учитывать область начала термодеструкции полиэтилена.

Таким образом, результаты проводимого исследования подтверждают выдвинутое предположение о возможности переработки отходов полиэтиленовой тары в древесно-полимерные композиты. Дальнейшее теоретическое и экспериментальное исследование взаимодействия факторов процесса создания древесно-полимерного композита с добавкой измельченных бытовых полимерных отходов создает возможность управления процессом структурообразования с целью придания плитному материалу не только прочности при статическом изгибе и водостойкости, но и комплекса требуемых эксплуатационных свойств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В.И. Химия древесины и синтетических полимеров / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенский. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2010. – 624 с.
2. Переработка полимеров в России: основные тенденции – аналитические материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abercade.ru/research/industrynews/5112.html>
3. Тагер А.А. Физикохимия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1978. – 544 с.

УДК 674.048

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ ЖИДКОСТЬЮ

Н.В. Губанова,

аспирант кафедры древесиноведения, Воронежская государственная лесотехническая академия, Россия
Gubanova@freemail.ru

На базе технических характеристик жидких модификаторов, с учетом современных способов введения в древесину жидкости смоделирован процесс пропитки древесины, имея в конечном результате либо изменение структуры древесины, либо требуемое содержание модификаторов в древесине.

В настоящее время в области использования древесины на первый план выдвигаются задачи получения материалов из древесины с заданными свойствами, поскольку древесина является единственным природным возобновляемым материалом. Модифицированная древесина является полноценным заменителем древесины твердых лиственных и экзотических пород, пластмасс, черных и цветных металлов при изготовлении подшипников скольжения. Получение материалов для подшипников скольжения состоит из ряда последовательных стадий, важнейшей из которых является пропитка древесины мягких лиственных и хвойных пород антифрикционными составами.

Целью данной работы явилось изучение механизма проникновения жидкости в древесину и установление влияния основных параметров процесса пропитки (температура, давление) на эффективность пропитки.

В работе использована общепринятая стратегия теоретического исследования, которое состоит из следующих этапов:

- проверка работоспособности модели;
- изучение стадий и механизма пропитки древесины хвойных и лиственных пород;
- изучение влияния каждого из параметров на эффективность пропитки (при фиксированных значениях остальных параметров);
- оптимизация параметров процесса пропитки и пропитываемой жидкости.

Для проверки работоспособности модели пропитки древесины были проведены компьютерные эксперименты с моделью, в процессе которых жидкость двигалась по сосудам древесины, перетекая из сосуда в сосуд по порам. Таким образом, происходящие в модели процессы хорошо согласуются с представлениями о механизме пропитки древесины.

Так как фрагмент древесины в модели имеет незначительную протяженность вдоль направления пропитки (порядка 100 мкм), модель наиболее точно позволяет исследовать начальные стадии пропитки.

Анализируя процесс можно убедиться, что с увеличением диаметра сосуда d_C жидкость движется быстрее, при этом зависимость приблизительно следующая

$$v_{Ж} = v_0 + \beta \sqrt{d_C},$$

где $v_{Ж}$ – скорость движения жидкости;

v_0 – скорость движения жидкости в самом малом сосуде;

β – коэффициент пропорциональности.

Несмотря на то, что положение фронта жидкости в сосуде зависит от диаметра сосуда, масса жидкости, находящейся в сосудах, практически не зависит от диаметра сосуда (за исключением очень малых диаметров сосудов поздней зоны). По-видимому, чем меньше диаметр сосуда, тем больше давление в нем.

Анализ профилей концентрации жидкости вдоль направления пропитки (рис. 1) показывает, что, даже, несмотря на то, что постепенно фрагмент древесины заполняется жидкостью, массовая концентрация жидкости уменьшается в направлении пропитки по приблизительно линейному закону.

При движении жидкости, вблизи фронта жидкости, существуют несколько характерных давлений (рис. 2). Первое характерное давление P_1 (самое малое) заставляет жидкость двигаться свободно вдоль сосуда. Второе характерное давление P_2 заставляет жидкость протекать через поры.

Лиственные породы древесины имеют другую микроскопическую структуру, поэтому пропитка древесины лиственных пород происходит несколько по-другому (рис. 3, 4).

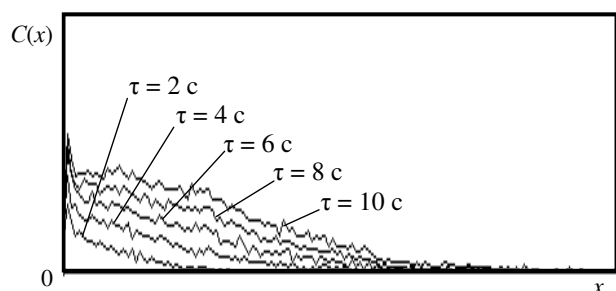


Рис. 1. Изменение концентрации пропитывающей жидкости вдоль модельного фрагмента сосны с течением времени

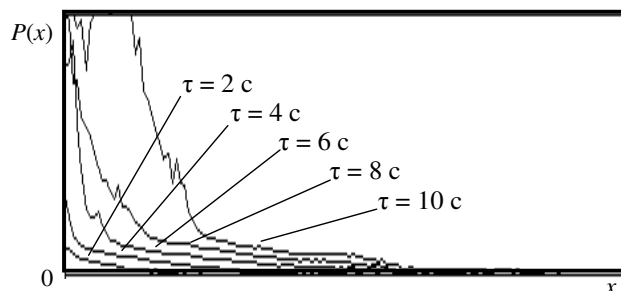


Рис. 2. Изменение давления пропитывающей жидкости вдоль модельного фрагмента сосны с течением времени

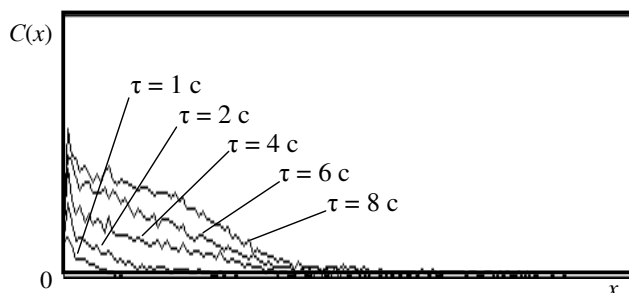


Рис. 3. Изменение концентрации пропитывающей жидкости вдоль модельного фрагмента дуба с течением времени

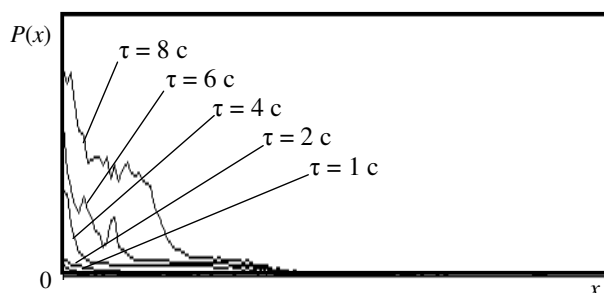


Рис. 4. Изменение давления пропитывающей жидкости вдоль модельного фрагмента дуба с течением времени

На основе модели определим влияние температуры пропитывающей жидкости на эффективность пропитки. С увеличением температуры увеличивается пропускание жидкости через поры и лестничную перфорацию, однако, скорость движения вдоль сосудов практически не изменяется. В целом же, за счет улучшения пропускания через малые отверстия, увеличение температуры пропитывающей жидкости увеличивает скорость пропитки древесины.

По итогам работы можно сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

1. При моделировании процесса пропитки древесины хвойных пород (сосны) жидкость распространяется по сосудам, перетекая из сосуда в параллельные сосуды через окаймленные поры.
2. При моделировании процесса пропитки древесины лиственных пород (дуба) жидкость распространяется в основном по крупным сосудам ранней зоны, перетекая из сосуда в сосуд через поры и лестничную перфорацию.
3. При пропитке сосны около 85 % жидкости движется вдоль сосудов, а оставшиеся 15 % переходят в соседние незаполненные сосуды.
4. При движении жидкости, вблизи фронта жидкости, существуют несколько характерных давлений. Первое характерное давление P_1 (самое малое) заставляет жидкость двигаться свободно вдоль сосуда. Второе характерное давление P_2 заставляет жидкость протекать через поры.
5. С увеличением температуры пропитывающей жидкости увеличивается скорость пропитки древесины.
6. При одном и том же потоке подаваемой жидкости давление в зоне подачи существенно снижается с увеличением температуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике: в 2 т. Т. 2. / Х. Гулд, Я. Тобочник. – М.: Мир, 1990. – 400 с.

- Советов Б.Я. Моделирование систем : учеб. пособие для студ. вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высш. шк., 1998. – 319 с.
- Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике / Д.В. Хеерман. – М.: Наука, 1990. – 176 с.
- Шамаев В.А. Модифицирование древесины : учеб. пособие для студ. вузов / В.А. Шамаев. – Воронеж: ВГЛТА, 2005. – 197 с.
- Шамаев В.А. Подшипники скольжения из модифицированной древесины / В.А. Шамаев // Вестник машиностроения. – 2010. – № 7. – С. 62–68.

УДК 674.816

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ПЛИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЁННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Д.А. Кожевников,

аспирант,

С.А. Угрюмов,

д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

kojanij@mail.ru

Представлены направления повышения смачивания костры льна клеями на основе формальдегидных смол путем модификации их простыми спиртами. Дана оценка физико-механических свойств плит на основе древесины и костры льна. Определены перспективные направления использования таких плит.

Современное производство композиционных материалов бурно развивается в различных отраслях промышленности, причём древесностружечные плитные материалы занимают второе место по распространённости среди них. Снижение материалоемкости производства композиционных материалов – одна из приоритетных задач отрасли. Использование отходов деревообработки и перерабатывающих производств сельского хозяйства, например, таких как костра льна, которая образуется в больших количествах при заготовке льна, способствует решению поставленной задачи. Однако применение костры сопряжено с технологической сложностью процесса её осмоления.

Для обоснованной рекомендации технико-технологических мероприятий по производству композитов с применением костры необходим научный подход к проблеме склеивания. В ходе теоретического анализа было установлено, что для достижения высокой адгезии необходимо, чтобы поверхностное натяжение жидкости имело высокие значения. Также необходимо, чтобы поверхностная энергия и поверхностное натяжение твердого тела были больше поверхностной энергии и поверхностного натяжения жидкости, соприкасающейся с ним, при этом будет обеспечиваться смачивание адгезивом поверхности субстрата [1, 2].

Теоретические доводы были подтверждены экспериментами по определению поверхностного натяжения модифицированных карбамидо- и фенолформальдегидных смол КФН-66 и СФЖ-3014, традиционно применяемых при производстве плит. Модификация проводилась простыми спиртами, такими как этанол, изопропанол, бутанол, изоамиловый спирт, гептанол.

Результаты экспериментов (рис. 1) показали, что введение в синтетические смолы простых спиртов способствует снижению их поверхностного натяжения.

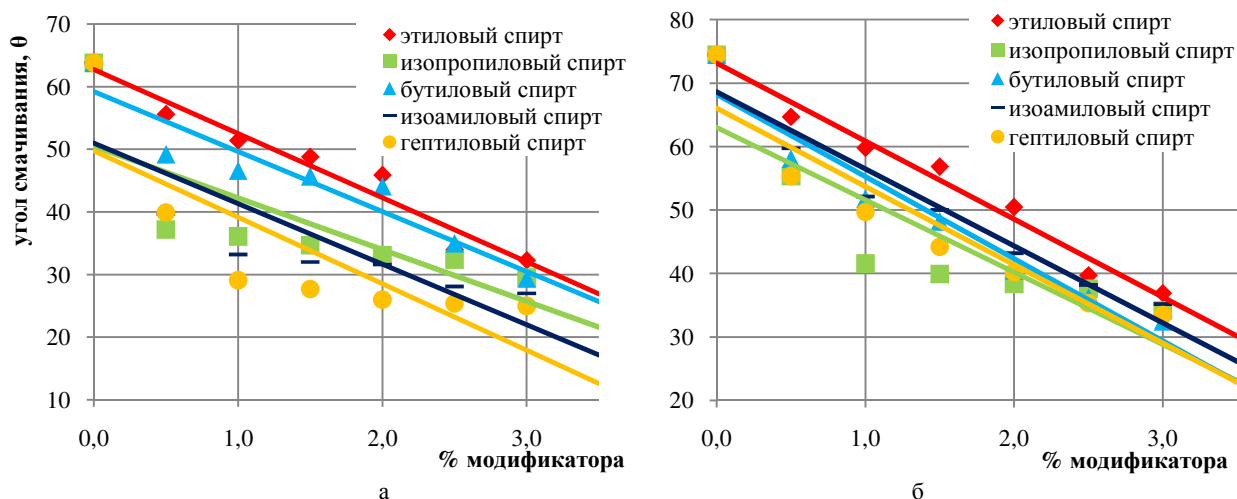


Рис. 1. Графики влияния количества модификаторов на поверхностное натяжение карбамидоформальдегидного (а) фенолформальдегидного адгезивов (б)

Для выявления наиболее подходящего спирта-модификатора формальдегидных смол проводилась серия экспериментов, направленных на исследование краевых углов смачивания костры льна синтетическими олигомерами. Для более полного понимания исследуемых процессов и проведения сравнительного анализа, в качестве субстратов так же применялась древесина берёзы и сосны.

Графические зависимости влияния количества добавляемого в смолу модификатора на краевой угол смачивания субстратов представлены на рис. 2.

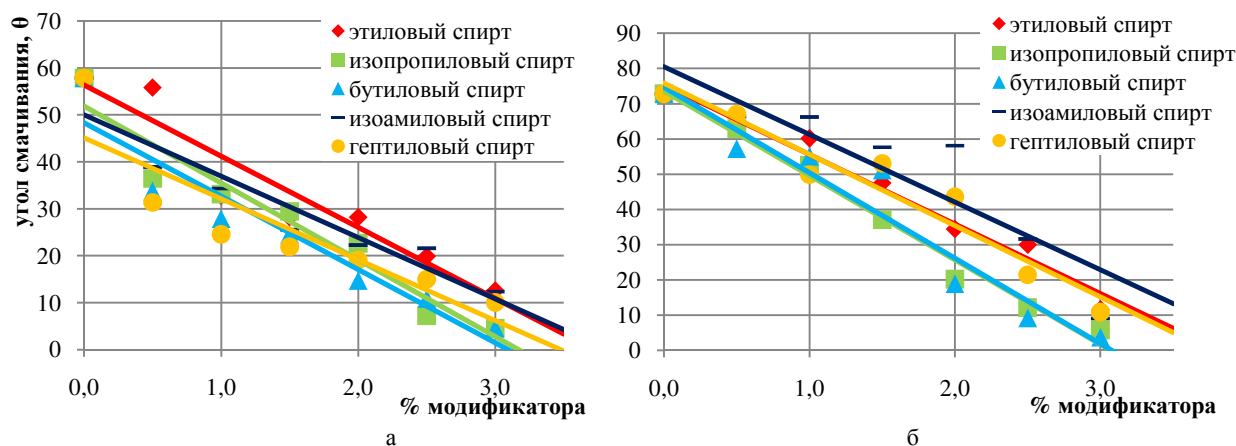


Рис. 2. Влияние количества модификаторов, добавляемых в смолу КФН-66 (а) и СФЗ-3014 (б) на краевой угол смачивания адгезива для субстрата костры

На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что наиболее эффективными модификаторами рассматриваемых смол являются бутанол-1 и изопропиловый спирты. Оптимальное смачивание костры будет происходить при добавлении в смолу 2,5% спирта.

Для подтверждения и уточнения предыдущих опытов рассматривался показатель работы адгезии W_a . В ходе теоретических исследований была установлена зависимость работы адгезии от поверхностного натяжения жидкости ($\sigma_{ж}$) с учётом коэффициента межфазного взаимодействия субстрата с адгезивом (b) и критического значения поверхностного натяжения адгезива, обеспечивающего полное смачивание ($\sigma_{кр}$): $W_a = \sigma_{ж} (2 + b \cdot \sigma_{кр}) - b \cdot \sigma_{ж}^2$.

Полученная зависимость представляет собой уравнение параболы, вершина которой определяет численное значение максимальной работы адгезии, при которой достигаются оптимальные условия смачивания адгезивом поверхности субстрата. Графические интерпретации зависимости работы адгезии от поверхностного натяжения адгезивов представлены на рис. 3.

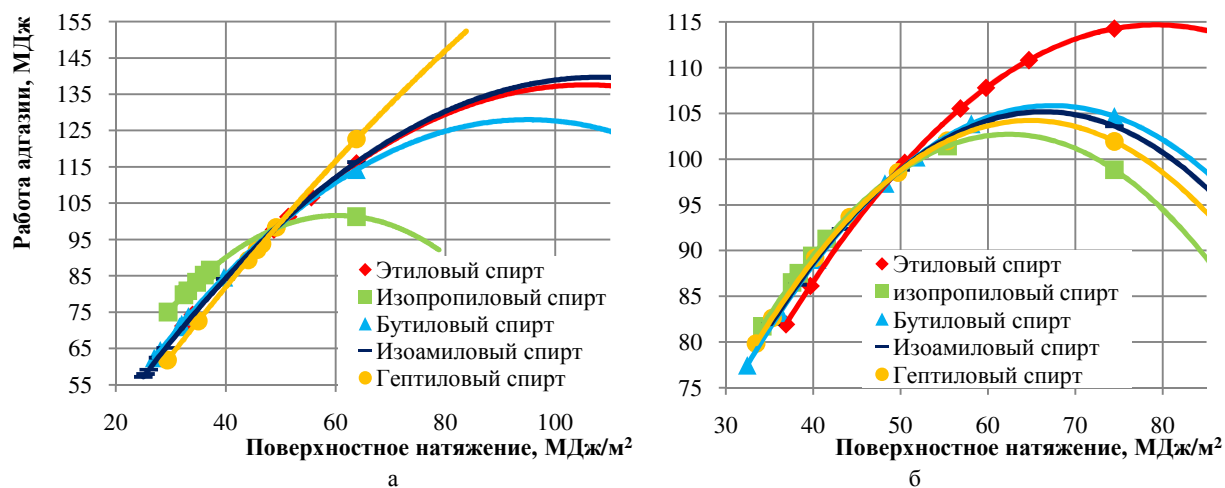


Рис. 3. Зависимость работы адгезии от поверхностного натяжения карбамидоформальдегидного (а) и фенолформальдегидного (б) олигомеров, модифицированных спиртами, субстрат костра льна

Проведенные расчеты и построенные графические зависимости свидетельствуют о повышении работы адгезии при использовании модифицированных клеевых составов.

Наиболее эффективные показатели для всех исследуемых видов субстратов у олигомеров, модифицированных бутиловым и изопропиловым спиртами. Для костры льна модификация вызывает наиболее положительный по сравнению с берёзовыми и сосновыми субстратами эффект, поскольку обеспечивается качественное распределение модифицированного связующего между частицами костры. Наиболее оптимальным модификатором с точки зрения доступности и эффективности является бутанол-1. Оптимальное количество бутанола для клеевого состава – 2 %, при этом поверхностное натяжение

исследуемого клея приближается к поверхностному натяжению костры и обеспечивается высокая адгезия при осмолении частиц костры. При уменьшении или превышении заданного процентного содержания спирта работа адгезии снижается.

С целью исследования свойств плитных композиционных материалов на основе совмещенных наполнителей в лабораторных условиях были изготовлены образцы плит толщиной 16 мм и плотностью 750 кг/м³ с различным соотношением древесной стружки и костры льна. В качестве связующего использовались клеи на основе смолы КФН-66 и СФЖ-3014, модифицированные бутанолом в количестве 2%.

Проведенные экспериментальные запрессовки подтвердили технологическую возможность производства плитных композиционных материалов на основе совмещенных наполнителей на существующем оборудовании плитных производств. При этом по физико-механическим характеристикам плитные композиционные материалы удовлетворяют требованиям стандарта на продукцию-аналог – плиты ДСтП.

Наибольшей прочностью обладают образцы с содержанием костры 50 и 75%, поскольку в структуре материала происходит заполнение пространств и пустот, образованных соприкасающимися древесными частицами довольно большой толщины, тонкими частицами костры льна. При этом образуется более монолитный (по сравнению с традиционной древесностружечной плитой) материал, что ведет к повышению его прочностных характеристик. Кроме этого, при добавлении костры в структуру плитного материала снижается его разбухание и водопоглощение за счет того, что частицы костры обладают меньшей впитывающей способностью [3].

Для обоснования практической значимости полученных результатов был разработан проект выпуска конструкционных плит на основе совмещенных наполнителей применительно к условиям ОАО «Фанплит», г. Кострома. Расчёты технологического процесса на ОАО «Фанплит» после реконструкции показали, что выпуск на предприятии конструкционных плитных материалов на основе древесины и костры возможен.

Прогнозируется снижение производственных затрат на новые плиты за счёт снижения технологической потребности в смоле, введения модифицирующей добавки, снижения затрат на электроэнергию, уменьшения загрузки энергоёмкого оборудования, отвечающего за подготовку древесной стружки. Некоторое уменьшение производственных затрат наблюдается за счет экономии в электроэнергии на участке сушки костры, так как ее исходная влажность при соответствующих способах хранения незначительная (до 30%). Все эти факторы должны положительно отразиться на снижении себестоимости готовой продукции.

Экономический анализ применительно к ОАО «Фанплит» г. Кострома показал, что себестоимость таких плит меньше себестоимости ДСтП на 8% и подтвердил целесообразность использования совмещенного наполнителя на основе костры льна и древесной стружки в качестве сырья для производства плитных материалов.

Таким образом, применение совмещенных наполнителей в производстве плитных материалов способствует не только эффективной утилизации образующейся костры, экономии древесных ресурсов, снижению производственных затрат, но и позволяет выпускать качественные конкурентоспособные материалы для мебельной промышленности, строительства и других сфер использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание / А.Д. Зимон. – М.: Химия, 1974. – 416 с.
2. Басин В.Е. Адгезионная прочность / В.Е. Басин. – М.: Химия, 1981. – 208 с.
3. Угрюмов С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесины и костры льна: монография / С.А. Угрюмов. – Кострома: КГТУ, 2008. – 147 с.

УДК 674.816.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГИПСОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СТРУЖКИ

О.В. Лавлинская,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ
olgalavlin@mail.ru

Е.В. Ющенко,

студ. ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ

В статье рассматривается возможность изменения физико-механических показателей гипсостружечных плит в зависимости от фракционного состава стружки.

Гипсостружечные плиты (ГСП) один из новых строительных материалов в России, производство которых разработала фирма Bison (Германия). Эти плиты хорошо поддаются обрезке, фрезерованию, сверлению, в них без труда можно забивать гвозди и шурупы. Применяются они преимущественно для

внутренней отделки зданий и благодаря огнестойкости и хорошим звукоизоляционным и механическим свойствам могут заменять в некоторых сферах гипсокартонные и древесностружечные плиты [1, 2].

Наполнителем в производстве ГСП является древесная стружка. Она выполняет роль армирующего элемента, а также придает плитам прочность и легкость в обработке. Благодаря высокому содержанию стружки ГСП имеют хорошие звукоизоляционные свойства. Поверхность плит можно облицовывать различными синтетическими пленками, керамической плиткой, фанеровать, а также окрашивать и оклеивать обоями. Поэтому их можно использовать для облицовки стен, устройства межкомнатных перегородок и легких стен с зданиях и помещениях с сухим и нормальным влажностными режимами [3].

Более совершенным является полусухой способ изготовления ГСП [1, 3]. Технология производства плит этим способом заключается в добавлении меньшего количества воды (водогипсовое отношение В/Г $\approx 0,3$), по сравнению с мокрым способом изготовления. Получаемая при этом смесь имеет сыпучую консистенцию, что позволяет использовать обычные формирующие машины. Благодаря сравнительно небольшому избытку воды при изготовлении ГСП полусухим способом доля свободной влаги, остающаяся после твердения гипса незначительна, что позволяет снизить затраты на сушку.

По результатам предыдущих экспериментов [4–6] нами было получено, что оптимальное количество воды в гипсостружечной плите соответствует водогипсовому отношению В/Г = 0,3. Но количество воды будет зависеть от размеров применяемой стружки и от влажности гипса. Поэтому для производства плит с заранее заданными физико-механическими свойствами количество добавляемой воды должно уточняться.

При перемешивании компонентов гипсостружечная масса должна получаться однородная, без комков, но в то же время рассыпчатая для удобства формирования ковра.

Для проведения экспериментов мы использовали гипс строительный марки Г-7 со следующими свойствами: нормальная густота гипсового теста (водопотребность) достигалась при В/Г отношении равном 0,5; сроки схватывания гипсового теста : начало – 19 мин 20 с, конец – 21 мин 35с. Это означает, что гипс – нормальноотвердевающий (индекс сроков твердения Б); тонкость помола – тонкого помола (индекс степени помола –Ш).

Для оценки влияния размеров добавляемой стружки на физико-механические свойства ГСП прессовали плиты в лабораторных условиях.

Стружку брали в количестве 20 % по отношению к массе гипса. Количество воды, при этом изменяли в зависимости от фракционного состава стружки (В/Г = 0,35–0,5). Пробы готовили в следующей последовательности: отмеряли необходимое количество стружки и выливали в нее воду, тщательно перемешивали до тех пор, пока стружка не становилась одинаково увлажненной.

Стружка использовалась крупных и средних размеров. Влажность стружки 6 %. Плиту № 1 прессовали из стружки, не разделенной на фракции (10/0). Для полученной плиты были определены физико-механические показатели (табл. 1). Их значения были не достаточно высокими, поэтому далее стружку разделили на фракции: 10/5; 5/3; 3/0. Древесные частицы фракции 10/5 не использовали, так как в производстве ГСП рекомендована стружка средних размеров. Плиту № 2 изготавливали из стружки с фракцией 3/0. Плиту №3 – из стружки с фракцией 5/3.

Плиты прессовали размерами 390×350×12 мм и плотностью 1100 кг/м³.

Стружку помещали в смеситель и вводили рассчитанное количество воды, перемешивали ~ 3–4 мин, в конце замеса вводили гипс. Формирование ковра осуществляли вручную на стальных поддонах в формовочной рамке. Время перемешивания компонентов и формирования плиты ($\tau_{\text{форм}} \approx 5-6$ мин) засекали с момента присыпания гипса к влажной стружке до приложения давления.

Прессовали гипсостружечные плиты по следующим режимам [4]:

- температура плит пресса $t = 20$ °С,
- удельное давление прессования $P = 2,0$ МПа.
- продолжительность прессования $\tau_{\text{пр}} = 30$ мин.

После извлечения плит из пресса их оборачивали полиэтиленовой пленкой и выдерживали в течение ≈ 20 минут. Затем высушивали плиту до влажности 2–3 % при $t = 40$ °С.

Физико-механические свойства плит определяли после установления в них влажности 6–7 %, для этого их выдерживали при комнатной температуре в течение недели до установления равновесной влажности. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние фракционного состава стружки на физико-механические свойства ГСП

№ п/п	Фракционный состав стружки	Плотность (факт), ρ , кг/м ³	Разбухание по толщине за 2 ч вымачивания в воде Δh , %	Предел прочности при изгибе, $\sigma_{\text{изг}}$, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, $\sigma_{\text{р}}$, МПа
1	10/0	1080	1,19	6,2	0,1
2	5/3	1103	1,16	6,62	0,17
3	3/0	1130	1,52	5,5	0,18

Проанализировав данные рецептов 1, 2 и 3 можно сделать следующие выводы, что наилучшие результаты по пределу прочности при изгибе плиты получены при использовании стружки средних размеров (фракция 5/3).

Очевидно, объяснить это можно тем, что у такой стружки больше торцовых поверхностей, а при изготовлении ГСП полусухим способом, когда вода вносится в стружку, она насыщается водой более равномерно, чем крупная стружка, и это влияет на процесс насыщения гипса водой. Мелкая стружка быстрее и более равномерно отдает, содержащуюся в ней воду, обеспечивая более быстрое и одновременное твердение гипсостружечной массы. Но использование слишком мелкой стружки не позволяет получать высокую прочность при изгибе плиты. Высокие показатели получаются при использовании более длинной стружки из-за увеличения площади перекрытий древесных частиц.

Также из таблицы 1 видно, что с уменьшением размеров стружки увеличивается предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты. Показатель разбухания по толщине плиты наилучший для стружки средних размеров.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы, что для изготовления ГСП целесообразно использовать стружку средних размеров с фракцией 5/3 в количестве 20 % от массы гипса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гипсостружечные плиты: экспресс информ.: заруб опыт. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1987. – С. 10–15 – (Плиты и фанера; Вып. 1).
2. Мурзин В.С. Технология композиционных материалов и изделий: учеб. пособие / В.С. Мурзин. – Воронеж: Воронежская гос. лесотехн. академия, 1999. – 106 с.
3. Промышленное производство гипсостружечных плит в Финляндии: экспресс информ.: заруб опыт. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1987. – С.14–17 – (Плиты и фанера; Вып. 7).
4. Лавлинская О.В. Влияние химических добавок на водопоглощение гипса и композиционных материалов на его основе / О.В. Лавлинская, Н.В. Янышева // Восстановление эколого-ресурсного потенциала агробиоценозов, лесоразведение и рациональное природопользование в Центральной лесостепи и юге России: сб. науч.-исслед. работ по материалам шк.-конф. / ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2008. – С. 83–86.
5. Лавлинская О.В. Совершенствование технологии производства гипсостружечных плит / О.В. Лавлинская, С.А. Трегубов, А.Н. Скуратович / Восстановление эколого-ресурсного потенциала агробиоценозов, лесоразведение и рациональное природопользование в Центральной лесостепи и юге России: сб. науч.-исслед. работ по материалам шк.-конф. / ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2007. – С. 83–86.
6. Лавлинская О.В. Изучение влияния различного соотношения компонентов на свойства гипсостружечных плит / О.В. Лавлинская, Н.Ю. Неделина // Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию факультета технологии деревообработки ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия» / под ред. проф. А.О. Сафонова; ФГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2010. – С. 179–181.

УДК 674.81

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВЕСНОГО КОМПОНЕНТА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ю.П. Лакида,

аспирант¹ НУБіПУ, г. Киев, Украина
yuriy.lakyda@gmail.com

Выполнен подробный аналитический обзор древесных композиционных материалов, проанализированы характеристики древесного компонента композиционных материалов.

Бережное отношение к ресурсам в лесной отрасли требует использования тонкомерного сырья (в первую очередь быстро возобновляемых пород деревьев), утилизация которого на сегодня является важной проблемой. Эта проблема приобретает острый социальный и экологический характер, что связано в первую очередь с загрязнением окружающей среды и ограниченностью традиционных природных ресурсов. В то время как сырье низкого качества может эффективно применяться в производстве плитных материалов, лесоматериалы малых диаметров, в том числе отходы лесопиления и от рубок ухода, до сих пор не нашли достойного применения. Использование не только ствола дерева, а и ветвей способствует уменьшению потерь древесины.

¹ Научный руководитель доктор технических наук О.О. Пинчевская

Один из эффективных путей использования низкосортной древесины – изготовление из нее наполнителя в производстве композиционных материалов. Среди таких материалов – плиты древесностружечные (ДСП) и древесноволокнистые (ДВП и МДФ), OSB, материалы «Ultraspen», «Structureframe» и «Монодрев».

Технология изготовления плит ДСП и ДВП давно известна, заводы по их изготовлению успешно функционируют на Украине.

В последнее время мебельная промышленность все больше начинает использовать прогрессивные конструкционные плитные и облицовочные материалы, в частности, древесноволокнистые плиты средней плотности.

МДФ (Medium Density Fiberboard, MDF). Плиты МДФ – это конструкционный и один из перспективных материалов для мебельной промышленности. Эти плиты имеют однородную мелкодисперсную структуру и одинаковые физико-механические свойства во всех направлениях, что обуславливает их высокие показатели.

МДФ производится сухим способом. Древесину сначала измельчают на щепу, затем её моют и подают на специальные металлические диски, которые дают возможность, не разрушая волокон, расщеплять ее. Во время этих операций сырье очищается от инородных материалов, что в дальнейшем гарантирует высокую обрабатываемость плиты, сокращая износ металлического инструмента. После расщепления волокна высушивают,

затем добавляют связующее из термореактивных материалов и еще раз высушивают. Затем волокна равномерно распределяют, формируя однородный ковер, который предварительно прессуют, чтобы удалить воздух. Высокая температура и прессование активируют связующее, которое склеивает волокна. Далее плиту МДФ постепенно охлаждают, шлифуют и калибруют [1].

Перспективным плитным материалом являются также плиты OSB «структурно-ориентированная доска» (Oriented Strand Board). В этих плитах каждый слой ориентирован в одном направлении и имеет строго определенный (по сравнению с ДСП) по ширине и длине размер стружки. Благодаря своеобразной ориентации и толщине каждого из слоев появляется возможность создания конечного продукта со свойствами, которых трудно достичь в других композиционных материалах.

Плотность OSB-плит составляет 550...750 кг/м³, прочность при статическом изгибе в продольном направлении – 40 МПа, а в поперечном – 20 МПа. Исходным материалом для плит OSB служат почти все виды пород древесины разнообразного качества и диаметра [2].

Материал «Ultraspen», созданный американской компанией Weyerhaeuser для производства щитовых офисных изделий из древесины и строительных конструкций, используется в современном домостроении. Ценность материала «Ultraspen» заключается в том, что есть возможность изготовления изделий длиной более 1,5 м [3].

Основная особенность технологии изготовления щитов «Ultraspen» – использование специального оборудования для переработки бревен в древесные частицы определенной длины и толщины. Размеры древесных частиц можно изменять в зависимости от конечной области применения плиты «Ultraspen». Волокна покрывают жидкой смолой высокого качества, что обеспечивает равномерность склеивания, а затем ориентируют. Это придает материалу максимальную прочность и стабильность [3].

Материал «Structureframe» создан американской компанией Weyerhaeuser. Это конструкционный мебельный каркас, который отвечает требованиям по всем необходимым параметрам: размеру, влажности и прочности. Его рассматривают как альтернативу использования массивных заготовок из древесины лиственных и хвойных пород.

По технологии сначала производится окорка бревен. Затем группа ножей специальной конструкции превращает бревно в волокна шпоновидного материала определенного размера и ширины. Прочность «Structureframe» достигается за счет ориентирования волокон по направлению текстуры. На каждое волокно наносится густая фенолформальдегидная смола. Затем волокна укладывают параллельно друг другу. При этом широкие и длинные волокна располагают на наружных слоях щита, что обеспечивает ему максимальную прочность, жесткость и стабильность. Волокна среднего размера используются для формирования среднего слоя [3].

В новом конструкционном материале – «Монодрев» полученным в Украинском научно-исследовательском институте механической обработки древесины (УкрНДИМОД) этот недостаток ликвидирован.

Сырьем для «Монодрева» служит тонкомерная древесина мягких лиственных (осины, ольхи, тополя) и хвойных пород от рубок ухода за лесом и лесосечные отходы – верхушки деревьев, ветви и т.п.. Подготовка сырья заключается в сортировке тонкомерной древесины по породам и диаметрам в определенных пределах, раскросе на заготовки нужной длины и удалении участков с пороками. Затем заготовки развальцовывают на тонкие волокнистые гибкие плетения древесных волокон, полностью разделенные по длине и соединенные поперечными связями.

Древесные волокна при раздавливании сохраняют целостность в противовес волокнам стружек, которые получают резанием. Волокна ориентированы в одном направлении, что обуславливает анизотропию материала и сохранение естественной прочности древесного вещества. Далее идет сушка плетений, формирование пакетов и их прессования.

Установлено, что физико-механические показатели «Монодрева» в 5...7 раз выше аналогичных показателей древесноволокнистых и древесностружечных плит и приближаются к показателям натуральной древесины твердых пород. Новый материал может быть полноценным заменителем натуральной древесины твердых лиственных и хвойных пород в изготовлении деталей, которые традиционно изготавливаются из древесины: столярных конструкций, брусков для строительства, плоских и профильных плитных и брусковых изделий. Энергетические затраты на изготовление 1 м³ «Монодрева» примерно в два раза меньше по сравнению с ДСП.

В рассмотренных материалах как древесный компонент используют древесные частицы, полученные резанием. Они изготавливаются непосредственно из стружки, или из щепы с последующим измельчением его в стружку или волокно. При этом использование тонкомерной древесины ограничивается из-за наличия в ней большого количества коры, что существенно снижает прочность композиционных материалов.

На основе проведенного анализа существующего ассортимента древесных композиционных материалов можно сделать вывод о том, что их основное отличие заключается в разной структуре, которая обусловлена различными размерными и структурными характеристиками древесного компонента.

В рамках проводимых исследований была сконструирована установка для раздавливания древесины (рис. 1). Планируется изучить влияние параметров древесного компонента на качественные показатели композиционного материала, изготовленного раздавливанием тонкомерной древесины, а именно: породы древесины, ее влажности, температуры, соотношения толщины сырья и величины зазора между верхними и нижними валами установки для раздавливания. Важной характеристикой получаемого продукта может быть наличие коры.

Известные работы по использованию в качестве наполнителя полимерных материалов волокна различного растительного происхождения (соломы [4], виноградной лозы, костры [5]). Это связано со стремлением повышения прочности композиционных плит за счет использования длинных тонких растительных элементов.

На сегодняшний день технологии, которые оставляют цельными древесные волокна естественной длины являются прогрессивными для получения высокопрочных конструкционных материалов.



Рис. 1. Установка для раздавливания древесины

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. МДФ – відомий будівельний матеріал [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://budrem.org.ua/pylomaterialy-ta-lisomaterialy/mdf-vidminnyj-budivelnyj-material.html>
2. Анненков В.Ф. Повноцінний замітник натуральної деревини / Ю.М. Грошев. Повноцінний замітник натуральної деревини., Світ меблів та паперу. – 1998. – №1. – С. 10–15.
3. Спеціальні матеріали – альтернатива натуральній деревині [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.derevo.info/content/detail/407/content/>
4. Патент на полезную модель №21438, Украина, МПК В27 N 3/00. Способ изготовления стружечных плит с использованием соломы / Бехта П.А., Салабай Р.Г. – Оpubл.15.03.2007, Бюл. №3.
5. Угрюмов С.А Технология клееных материалов и древесных плит: учебное пособие – Кострома: КГТУ, 2005. – 72 с

УДК 665.93

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА СОВМЕЩЕННОГО КЛЕЯ

А.А. Мещерякова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж, РФ
aam_mtd_vglta@mail.ru

В статье рассматривается получение и свойства продуктов совмещения карбамидомеламиноформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол.

Несмотря на различие свойств карбамида и меламина, процесс конденсации их с формальдегидом протекает по общей схеме с образованием в начальной стадии метилольных соединений карбамида и меламина, а затем продуктов сополиконденсации. Скорость реакции конденсации зависит от количественных соотношений исходных реагирующих веществ, температуры и pH среды. Исследования [7]

показали, что при получении совмещения карбамидомеламиноформальдегидных целесообразно проведение конденсации карбамида и меламина с формальдегидом в среде с исходным значением pH формалина 6,5...7. Большое влияние на один из основных показателей совмещенной смолы (водостойкость) оказывает количественное соотношение карбамида и меламина в исходной смеси, подвергающейся конденсации с формальдегидом. Достаточно высокой стойкостью к действию кипящей воды обладают карбамидомеламиноформальдегидные смолы, содержащие 10...20 % карбамидоформальдегидной смолы, что соответствует весовому соотношению карбамидомеламиноформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол в исходной смеси 90:10 и 80:20. С увеличением количества карбамидоформальдегидной смолы до 40...50 % показатели водостойкости клевого шва на этих клеях резко снижаются [4].

За последнее время клеи на основе меламино- и карбамидомеламиноформальдегидных смол получили значительное распространение для склеивания различных древесных материалов. Их основное преимущество перед карбамидными смолами – более высокая водостойкость, свето- и теплостойкость, а также – химическая стойкость [0].

Анализируя свойства и области применения рассматриваемых типов смол, можно сделать вывод, что в настоящее время отсутствует дешевая карбамидомеламиноформальдегидная смола, обладающая нужными технологическими свойствами для склеивания древесины холодным способом. В связи с этим была поставлена задача по разработке такой смолы.

Модификация карбамидоформальдегидных смол меламином достаточно широко изучена рядом авторов [7, 8]. Меламин вводится в готовые смолы непосредственно перед их переработкой. Данный способ эффективен при двух условиях: количество меламина должно составлять не менее 15%, а содержание свободного формальдегида в карбамидоформальдегидной смоле – не менее 2...3%, что подтверждается данными авторов [2, 7, 8]. Мы в нашей работе исследуем возможность использования карбамидоформальдегидной смолы марки КФ-Ж в качестве добавки к карбамидомеламиноформальдегидным смолам.

Карбамидомеламиноформальдегидные смолы – это олигомерные продукты, способные превращаться в пространственные (сшитые) полимеры. Механизм их образования сходен с механизмом карбамидоформальдегидных смол. Особенность состоит в том, что все шесть атомов водорода в молекуле меламина при взаимодействии с формальдегидом могут замещаться метилольными группами. Характер образующихся начальных продуктов реакции в значительной мере зависит от соотношения исходных компонентов и температуры реакции.

Карбамидомеламиноформальдегидные смолы характеризуются хорошими клеящими свойствами, высокой реакционной и пропитывающей способностью, образуют при отверждении прозрачные пленки высокой водостойкости, стойкости к истиранию и воздействию органических растворителей.

Высокие водо- и теплостойкость, карбамидомеламиноформальдегидных смол объясняются наличием трех реакционноспособных аминных групп в меламинах. При отверждении смол они обуславливают значительную степень структурирования, в результате образования частых поперечных химических связей, что является и причиной их повышенной жесткости. Кроме того, широкое применение меламиноформальдегидных смол сдерживается высокой стоимостью и дефицитом меламина.

Исследована возможность получения продуктов совмещения карбамидомеламиноформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол, соответствующих по клеящим свойствам уровню фенолоформальдегидным. В качестве первой использовали смолу шведского производства, а второй – смолу марки КФ-Ж, которые соединяли путем быстрого перемешивания в течение 30 мин при комнатной температуре. У полученных продуктов совмещения анализировали вязкость, содержание ионов водорода и продолжительность желатинизации при температуре 20°C.

С увеличением содержания меламинового олигомера возрастает предел прочности при скалывании и pH. В то же время, введение 10...20% меламиновой смолы понижает вязкость клеевых композиций. При дальнейшем увеличении содержания меламинового олигомера вязкость постепенно увеличивается. При этом наблюдается и аналогичный аномальный скачок в нарастании продолжительности желатинизации совмещенных олигомеров. Это явление может быть объяснено более сильным взаимодействием молекул карбамидного олигомера с молекулярными цепями меламинового, чем между собой. При этом очевидно, с ростом доли карбамидной составляющей происходит и растворение в ней фракций карбамидомеламиноформальдегидной смолы, которая в воде обычно не растворяется.

Скачки в понижении вязкости и увеличении продолжительности желатинизации наблюдаются при 20%-ном содержании меламинового олигомера. Тогда же происходит и резкое увеличение водостойкости системы. Дальнейшее повышение содержания меламинового олигомера (от 30 до 70%) приводит лишь к незначительному изменению этих показателей. Поэтому оптимальным количеством модификатора КФ-Ж можно считать 20...25% от массы карбамидомеламиноформальдегидной смолы.

Совмещение карбамидоформальдегидной смолы с первичным продуктом конденсации меламина с формальдегидом, получаемым при pH 7,5...8,3, также приводит к увеличению водостойкости клевого шва. Введение 40–60% первичного продукта конденсации меламина обеспечивает прочность клевого шва после кипячения в воде в течение 3 ч близкую к прочности клевого шва на чистой меламиноформальдегидной смоле. При этом, стоимость клея, содержащего 60% первичного продукта конденсата, на 40% выше, чем карбамидоформальдегидного, но все же в 2 раза ниже стоимости фенолоформальдегидных клеев.

Модификацией карбамидоформальдегидных смол меламином в процессе синтеза занимались многие авторы [6, 7]. По этим данным водостойкость соединений на карбамидомеламиноформальдегидных клеях, полученных сополиконденсацией мономеров и совмещением готовых смол, практически одинакова. Однако имеются данные, свидетельствующие о большей стойкости к гидролизу клеевых соединений, выполненных на клеях, модифицированных меламином в процессе совместной конденсации [2].

Условия склеивания карбамидо- и карбамидомеламиноформальдегидными клеями аналогичны. Склеивание карбамидомеламиноформальдегидными клеями осуществляется при влажности древесины $8\pm 2\%$, а нижний предел ее для карбамидоформальдегидных клеев – 4%.

Как было установлено, рядом авторов, высокая водостойкость клеевых соединений достигается при содержании в смоле не менее 16...20% меламина, что соответствует массовому соотношению карбамида и меламина 60:40 или 50:50. Многие карбамидомеламиноформальдегидные смолы характеризуются высокой вязкостью и непродолжительными сроками хранения. С целью снижения количества применяемого меламина в НПО «Научфанпром» были проведены дополнительные исследования по разработке карбамидомеламиноформальдегидных смол. При одновременном введении всех компонентов резко снижается общая продолжительность синтеза, что связано с высокой реакционной способностью в данных условиях амидных и метилольных групп. Реакция становится неконтролируемой и трудноуправляемой, при этом получают нестабильные продукты поликонденсации.

При изучении сополиконденсации меламина с карбамидом и формальдегидом было установлено, что меламин очень легко взаимодействует с моно- и диметилкарбамидом. Кроме того, при одновременном выведении карбамида, меламина и формальдегида карбамид значительно быстрее меламина реагирует с формальдегидом, в результате чего часть меламина (35%) остается несвязанным. Оставшееся к этому времени свободного формальдегида недостаточно для получения стабильных водных растворов олигомера.

Исходя из вышесказанного установлено, что с уменьшением содержания меламина в смоле снижаются вязкость, коэффициент рефракции, содержание сухого остатка. Сокращается и продолжительность отверждения смол как с молочной кислотой. В то же время, количество свободного формальдегида в смолах увеличивается с уменьшением содержания меламина. Это свидетельствует о том, что при уменьшении количества последнего в смолах остается избыток непрореагировавшего формальдегида, а полученные олигомеры имеют невысокую реакционную способность, что сказывается на снижении их водостойкости [0, 2, 3, 5, 7].

Немаловажным фактором, определяющим качество склеивания, является продолжительность закрытой выдержки до запрессовки. Рекомендуется закрытая выдержка в течение 20 мин при температуре воздуха в помещении 18...20 °С [3].

Таким образом, в результате модификации карбамидомеламиноформальдегидного олигомера карбамидоформальдегидной смолой марки КФ-Ж в процессе синтеза смол достигнута необходимая прочность и водостойкость (прочность при скалывании по клеевому слою как в сухом состоянии, так и после 24-часового вымачивания в воде не ниже 3,2 МПа) при содержании до 25% смолы КФ-Ж в импортной карбамидомеламиноформальдегидной смоле.

Эффективность модификации карбамидоформальдегидной смолой марки КФ-Ж в таком количестве обуславливается тем, что мы заменяем часть дорогой карбамидомеламиноформальдегидной смолы шведского производства на более дешевую отечественную смолу, но совмещенная смола не теряет положительных качеств карбамидомеламиноформальдегидной смолы.

Клееные деревянные конструкции, полученные на основе совмещенных клеев, по своим свойствам соответствуют требованиям ГОСТ 15613.1-84 и ГОСТ 17005-82.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доронин Ю.Г. Клеи холодного отверждения для склеивания древесных материалов: обзор. информ. / Ю.Г. Доронин, В.П. Кондратьев. – М., 1981. – 44 с. – (Плиты и фанера / ВНИПИЭИлеспром ; вып. 2).
2. Доронин Ю.Г. Совмещенные клеи повышенной водостойкости для древесных листовых материалов: обзор. информ. / Ю.Г. Доронин, Г.В. Шолохов, В.П. Кондратьев. – М., 1987. – 60 с. – (Плиты и фанера / ВНИПИЭИлеспром; вып. 10).
3. Кардашов Д.А. Синтетические клеи: учеб. для вузов / Д.А. Кардашов. – М.: Химия, 1976. – 504 с.
4. Кондратьев В.П. Водостойкие клеи в деревообработке: учеб. для вузов / В.П. Кондратьев, Ю.Г. Доронин. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 216 с.
5. Мурзин В.С. Клеи и процесс склеивания древесины: учеб. пособие / В.С. Мурзин; ЛТИ. – Воронеж, 1993. – 89 с.
6. Сорин В.С. Производство и применение фосфатных материалов в строительстве: учеб. пособие / В.С. Сорин. – М.: ЦНИИСК им. Кучеренко, 1983. – 72 с.
7. Темкина Р.З. Синтетические клеи в деревообработке: учеб. для вузов / Р.З. Темкина. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 288 с.
8. Хобежак А. Przemysl drzewny. – 1976. – 38 – № 1. – С. 16–18.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ

В.С. Мурзин,

канд.техн.наук, профессор, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

В.М. Попов,

доктор техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

Е.В. Кангиева,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

Л.В. Пономаренко,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

lara.pon63@yandex.ru.

В статье рассматриваются физико-механические свойства магнитообработанных карбамидоформальдегидных смол.

Карбамидные полимеры в больших объемах применяют в деревообрабатывающей промышленности, в производствах фанеры, древесностружечных плит, мебели, синтетического шпона, слоистых пластиков, а также при облицовывании древесных материалов, склеивании древесных изделий и конструкций [1].

Опыт применения этих смол, по мнению отдельных авторов, выявил следующие отрицательные качества [2]. Смолы имеют ограниченный срок хранения, обладают недостаточной реакционной способностью, что требует увеличения количества отвердителя и продолжительности прессования.

Целью проводимой работы является определение влияния постоянного магнитного поля на физико-механические свойства карбамидоформальдегидных смол и сравнительная оценка полученных результатов.

Для реализации поставленной задачи была создана и задействована в рабочем режиме установка, позволяющая создавать постоянное магнитное поле напряженностью до $24 \cdot 10^4$ А/м. Общий вид и принципиальная схема которой представлена на рис. 1.

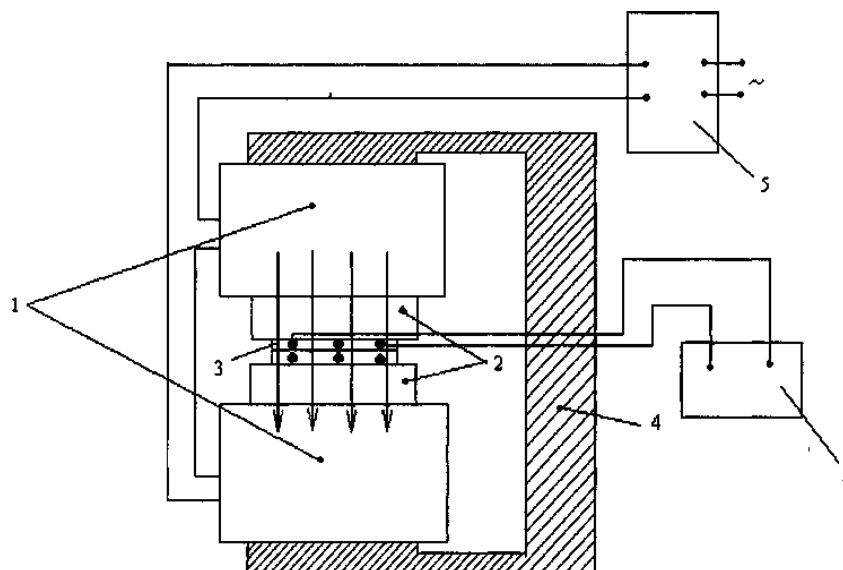


Рис. 1. Схема установки для обработки в магнитном поле образцов из полимерной составляющей клея:
1 – обмотка электромагнита; 2 – башмаки электромагнита; 3 – нагревательное устройство с образцом; 4 – ярмо;
5 – блок питания; 6 – потенциометр

В состав установки создающей магнитное поле, входит электромагнитный редуктор, выполненный в переносном варианте. Магнитное ядро смонтировано из двух подвижных башмаков. Намагничивающие катушки соединены между собой последовательно. Электромагнит подключен к специальному блоку питания, от которого на обмотку катушки подается ток силой до 12 А. Напряженность магнитного поля регулируется величиной подаваемого тока и межполюсным расстоянием. Особое внимание уделялось тарировке установки. Однородность магнитного поля подтверждают результаты испытания установки.

Фторпластовая кювета с карбамидоформальдегидной смолой помещалась в межполюсное пространство электромагнита и находилась под действием постоянного магнитного поля напряженностью $24 \cdot 10^4$ А/м в течении 20 минут, для максимального эффекта воздействия на смолу. Дальнейшая обработка смолы не имеет смысла, поскольку достигается предел магнитного насыщения, что подтверждено ранее проведенными исследованиями [3].

Полученная таким образом магнитообработанная смола исследовалась на вискозиметре ВЗ-4 для определения условной вязкости по ГОСТ 9070-75. Были произведены замеры вязкости через различные интервалы времени. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Условная вязкость карбамидоформальдегидных смол обработанной при напряженности постоянного магнитного поля $24 \cdot 10^4$ А/м

Марка клея	Время с момента обработки в магнитном поле t, сут.	Условная вязкость η , с
КФ-Ж	без обработки	178
КФ-Ж	0	150
КФ-Ж	1	165
КФ-Ж	2	178
КФ-МТ-15	без обработки	108
КФ-МТ-15	0	73
КФ-МТ-15	1	84
КФ-МТ-15	2	96
КФ-МТ-15	3	108

Для определения влияния магнитного поля на механические свойства смол были склеены заготовки древесины дуба магнитообработанной смолой КФ-Ж и КФ-МТ-15 при различных напряженностях постоянного магнитного поля. Склеивание осуществлялось при комнатной температуре и давлении прикладываемом к образцу 16 кгс/см^2 . В качестве отвердителя использовался 10 %-ный раствор щавелевой кислоты. Прочность при скалывании по клеевому слою определялась по ГОСТ 15613.1-84 на разрывной машине МР-50-3. Полученные данные представлены в табл.2.

Таблица 2

Опытные данные испытаний на прочность при скалывании

Марка клея	Напряженность магнитного поля $H \cdot 10^4$, А/м	Прочность, МПа	Увеличение прочности, %
КФ-Ж	0	8,75	-
КФ-Ж	6,4	10,58	20,9
КФ-Ж	10,72	11,8	34,85
КФ-Ж	16	13,6	55,4
КФ-Ж	20,8	15,4	76
КФ-Ж	24	15,41	76,1
КФ-МТ-15	0	6,53	-
КФ-МТ-15	6,4	7,16	9,65
КФ-МТ-15	10,72	7,8	19,45
КФ-МТ-15	16	8,75	34
КФ-МТ-15	20,8	8,9	36,3
КФ-МТ-15	24	8,91	36,4

Также осуществлялось горячее склеивание магнитообработанной смолой КФ-Ж. Для этого была изготовлена фанера из трех листов березового шпона толщиной 1,5 мм. В качестве отвердителя использовался хлористый аммоний в количестве 1 %. Склеивание проводилось при температуре $150 \text{ }^\circ\text{C}$, давлении 0,8 МПа в течение 1,5 мин по одному листу в промежутке прессы.

Испытание на предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры проводилось по ГОСТ 9624-93 на разрывной машине МР-05. Полученные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Опытные данные испытаний фанеры на прочность при скалывании

Марка клея	Напряженность магнитного поля $H \cdot 10^4$, А/м	Прочность, МПа	Время с момента обработки в магнитном поле t, сут.	Изменение прочности, %
КФ-Ж	0	2,0	-	-
КФ-Ж	24	1,02	0	51(-49)
КФ-Ж	24	1,61	1	80,5(-19,5)
КФ-Ж	24	2,0	2	0

Исходя из анализа полученных данных, можно сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

1. При воздействии постоянным магнитным полем на полимерную основу клеевой композиции происходит направленная переориентация макромолекул вдоль линий напряженности магнитного поля.
2. С увеличением напряженности магнитного поля значительно увеличивается прочность клеевых соединений массивной древесины твердых пород.
3. Наблюдается снижение вязкости полимерной основы клеевой композиции, что можно считать положительным эффектом. В результате чего увеличивается срок хранения и использования клеевого материала.
4. Эффект «магнитной памяти» смолы сохраняется в течение достаточно продолжительного периода.

5. Отрицательный результат при испытаниях образцов фанеры объясняется большей впитываемостью мягких пород древесины. Поэтому данная технология нежелательна при производстве фанеры, но может быть успешна применена в производстве древесностружечных плит и пластиков, где снижение вязкости является желаемым результатом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В.И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник для вузов / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенская. – СПб.: СПбЛТА, 1999. – 628 с.
2. Ахназарова С.А. Оптимизация Эксперимента в химии и химической технологии: учебное пособие для химико-технологических вузов / С.А. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М.: Высш.шк., 1978. – 319 с.
3. Пат 2373248 РФ, МПК С 09 I 5 / 00. Способ склеивания древесных материалов / В.М. Попов, А.В. Иванов, А.П. Новиков, В.С. Мурзин, А.Д. Платонов, А.В. Латынин, М.А. Шендриков: заявитель и патентообладатель ВГЛТА. № 2008122792/04; заявл. 05.06.2008; опубл. 20.11.2009, Бюл № 32. – 4 с.

УДК 674.028.9:537.811

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВНУТРЕННИЕ НАПРЯЖЕНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ

В.М. Попов,

докт. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
Popov@mail.ru

А.В. Иванов,

канд. техн. наук, ассистент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
Ivanov@mail.ru

А.Н. Швырев,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
Schvirev@mail.ru

В статье исследуется процесс формирования внутренних напряжений в клеевом шве древесины для магнитообработанного клея. Установлено, что обработка клея в магнитном поле снижает внутренние напряжения клеевого соединения древесины.

Исследованиями установлено [1], что на прочность и долговечность клеевых соединений, в частности, древесины существенное влияние оказывают внутренние напряжения в клеевом шве. В практике, как правило, применяется обобщенный термин «внутренние напряжения» [2], в понятие которого включены усадочные, температурные, влагуостойчивые и другие напряжения. Возникающие напряжения действуют против адгезионных сил и в зависимости от скорости их реакции вызывают усталость и влияют на прочность и долговечность клеевых соединений конструкций из древесины. Такой характер действия внутренних напряжений объясняется тем, что они направлены против сил молекулярного сцепления в клеевых швах и их действие по существу аналогично действию длительной нагрузки. Таким образом, снижение внутренних напряжений должно позитивно влиять на прочность и долговечность клеевых соединений.

Исходя из ранее полученных опытных данных по обработке в магнитном поле расплавов полимеров [3], когда за счет упорядочения структуры полимерной матрицы растет микротвердость отвержденного полимера, можно ожидать также изменения внутренних напряжений магнитообработанных полимерных клеев σ_e от времени t .

Обработку клея марки КФЖ производили на установке, состоящей из электромагнитного индуктора с двумя подвижными башмаками. На обмотку катушек электромагнита подается ток силой до 12А. Напряженность магнитного поля регулируется величиной подаваемого тока и расстоянием между полюсами электромагнита. Установка позволяет создавать магнитное поле напряженностью до $30 \cdot 10^4$ А/м. Между полюсами электромагнита помещается рабочая ячейка в виде кюветы из фторопласта, в которую помещается полимерный компонент клея. Специальное нагревательное устройство позволяет поддерживать в районе рабочей ячейки температуру порядка 40–50 °С. Время разовой обработки полимерного компонента составляло 20 мин.

Обработанный полимерный компонент смолы КФЖ затем соединялся с отвердителем и полученный клей наносился на поверхности образцов из древесины березы, которые подвергались исследованию кинетики внутренних напряжений.

Известные на сегодняшний день способы определения внутренних напряжений клеевых соединений древесины [4, 5] позволяют получать лишь конечные значения сформировавшихся внутренних напряжений и не дают полной картины кинетики формирования напряжений в процессе отверждения клеевых швов соединений. Предлагается метод, позволяющий проследить весь процесс формирования

внутренних напряжений клеевых соединений древесины [6]. На предварительно подготовленную поверхность шпона наносится клеевой слой нормированной толщины (расход клея согласно ГОСТу составлял 180...250 г/м²) из обработанного в магнитном поле клея или необработанного клея. Затем после открытой выдержки на этот слой устанавливалась вторая пластина шпона. Соотношение толщин пластин шпона составляло 1:5. Полученная клеевая пара консольно закреплялась в рабочей ячейке установки, подключенной к источнику постоянного тока. В процессе отверждения клеевой прослойки происходит деформация свободного конца клеевой пары, что вызывает изменение емкости имитирующего плоского конденсатора. Непрерывное изменение емкости фиксируется цифровым прибором в течение всего времени отверждения прослойки и передается на компьютер. С помощью специальной программы ведется расчет внутренних напряжений в зависимости от времени.

На рисунке приведены данные опытов по определению внутренних напряжений клеевого соединения на основе клея из смолы КФЖ и 6% по массе смолы 10% раствора щавелевой кислоты в качестве отвердителя в зависимости от времени отверждения клеевой прослойки. Исследовались соединения на основе магнитообработанной и необработанной смолы КФЖ. Напряженность магнитного поля, при которой осуществлялось воздействие магнитным полем, составляла $18 \cdot 10^4$ А/м.

Из графиков рисунка видно, что кривые $\sigma_{\epsilon} = f(\tau)$ для соединений на основе обработанного в магнитном поле и необработанного клея имеют разный характер формирования. Для магнитообработанного клея внутренние напряжения значительно меньше, чем для необработанного. При этом выражение зависимости $\sigma_{\epsilon} = f(\tau)$ или по другому стабилизация процесса формирования внутренних напряжений протекает в более ускоренном режиме для магнитообработанного клея.

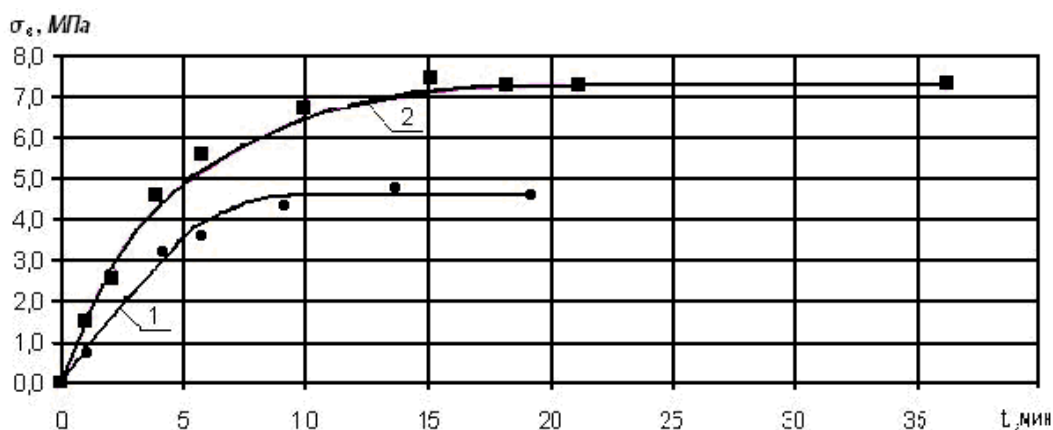


Рис 1. Кинетические кривые внутренних напряжений клеевых соединений древесины на основе клея КФЖ: 1 – обработанный клей; 2 – необработанный клей

Таким образом, вполне логично ожидать повышения прочности клееной древесины с клеевыми швами из магнитообработанного клея. Нельзя не отметить и еще один позитивный результат обработки клеев в магнитном поле, заключающийся в интенсификации процесса формирования клеевой прослойки на основе магнитообработанного клея.

Предлагаемый метод снижения внутренних напряжений клеевых соединений древесины открывает перспективу повышения их прочности и долговечности. Реализация этого метода в условиях деревоперерабатывающих производств не требует значительных капитальных вложений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фрейдин А.С. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины / А.С. Фрейдин, К.Т. Вуба. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 223 с.
2. Фрейдин А.С. Совершенствование технологии и техники производства клеевых деревянных конструкций / А.С. Фрейдин, А.Е. Гриб. – Л.: ЛДНТП, 1975. – 150 с.
3. Молчанов Ю.М. структурные изменения полимерных материалов в магнитном поле / Ю.М. Молчанов, Э.Р. Кисис, Ю.П. Родин // Механика полимеров. 1973. – №4. – С. 737–738.
4. Шрейнер С.А. Определение внутренних напряжений при склеивании твердых поверхностей / А.С. Шрейнер, П.И. Зубов // Докл. АН СССР. – 1959. – Т 124. – №5. – С. 211–214.
5. Гриб А.Е. Особенности определения остаточных напряжений полимеров на древесине // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1976. – №5. С. 18–22.
6. Попов В.М. Метод контроля качества композиционных материалов класса «препег» / В.М. Попов, Н.Е. Песков, Е.Н. Лушникова // Дефектоскопия. – 1994. – №1. С. 50–51.

МЕЛАМИНОКАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ СМОЛЫ МАРКИ ТЕРАМИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОСТОЙКИХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Н.М. Романов,

канд. хим. наук, главный специалист технической поддержки, ООО «ТД «ТрансСинтез», г. Москва, РФ
service@transsintez.com

В статье представлены результаты разработки марочного ассортимента меламинокарбаминоформальдегидных смол марки ТЕРАМИН, предназначенных для производства водостойких древесностружечных плит отвечающих требованиям европейского стандарта EN-312.

В Российской Федерации отсутствует стандарт на производство древесностружечных плит (ДСтП) высокой водостойкости. Стандарт на ДСтП, ГОСТ 10633-2007 определяет требования к производимым плитам, ограничиваясь только показателем разбухания в холодной воде после выдержки в течении 24 ч (не более 20%). [1] В то же время, известен европейский стандарт EN-312, который содержит требования к ДСтП, эксплуатирующихся в условиях повышенной влажности. [2] В соответствии с этим стандартом к плитам, работающим в условиях высокой влажности, предъявляются требования, которые предусматривают не только очень низкое разбухание в воде, но и способность ДСтП выдерживать в 2-х часовое кипячение в воде или специальное (т. н. «циклическое») испытание. Согласно стандарта EN-312, плиты, в зависимости от условий нагрузки, производят трёх типов: слабнонагруженные, нагруженные и сильнонагруженные, работающие во влажных условиях, P3, P5 и P7 соответственно. В таблице 1 приведены требования к плитам толщиной 13-20 мм в соответствии с этим стандартом.

Таблица 1

Требования к древесностружечным плитам с высокой водостойкостью

Показатель	Ед. измерения	Тип плит		
		P3	P5	P7
Предел прочности при изгибе	МПа	14	16	20
Модуль эластичности при изгибе	МПа	1950	2400	3100
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты	МПа	0,45	0,45	0,70
Разбухание по толщине в воде через 24 ч (образцы 50×50 мм)	%	14	10	8
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты после 2-х часового кипячения в воде	МПа	0,08	0,14	0,23

Представленные в таблице 1 требования к ДСтП показывают значительное увеличение прочностных характеристик и водостойкости от плит типа P3 к плитам типа P7. Плиты типа P3 должны иметь предел прочности при изгибе не ниже 14 МПа, типа P5-16 МПа, а типа P7-20 МПа. Разбухание по толщине изменяется от 14% до 8%. Наиболее заметна разница в требованиях к плитам на показателе предел прочности перпендикулярно пласти плиты после 2-х часового кипячения в воде. Если для плит типа P5 0,14 МПа, то для плит типа P7 уже 0,23 МПа.

Анализ научно-технической литературы, рекламной информации зарубежных фирм-изготовителей экологически безопасных водостойких ДСтП однозначно показал, что производство таких плит базируется на использовании меламинокарбаминоформальдегидных смол (МКФ-смол). [3-10] Разработка рецептур МКФ-смол основывалась на использовании в качестве формальдегидсодержащего сырья карбаминоформальдегидного концентрата. В связи с этим были проведены работы по уточнению диапазона содержания меламина в МКФ-смолах, который обеспечит получение плит типа P3, P5 и P7. В таблице 2 показано влияние содержания меламина в МКФ-смоле на свойства ДСтП, изготовленных в лабораторных условиях.

Таблица 2

Влияние содержания меламина в МКФ-смоле на свойства ДСтП

Содержание меламина в МКФ-смоле, %	Разбухание после 2-часового кипячения в воде, %	Водопоглощение после 2-часового кипячения в воде, %	Предел прочности перпендикулярно пласти плиты после 2-часового кипячения в воде, МПа
4,25	113	155	0,00
13,0	64,4	131,5	0,04
18,5	40,0	107,8	0,13
37	16,3	54,3	0,3

Полученные данные показывают, что для достижения требований, предъявленных к ДСтП типа P3, P5 и P7 содержание меламина в смоле должно быть не ниже 16 %. В результате проведения комплекса научно-исследовательских и опытных работ был разработан марочный ассортимент МКФ-смол, с торговым названием ТЕРАМИН. В таблице 3 приведены типичные физико-химические свойства МКФ-смол двух марок.

Таблица 3

Физико-химические свойства МКФ-смола

Наименование показателя	Марка смолы	
	ТЕРАМИН 1030	ТЕРАМИН 3070
Внешний вид	Однородная жидкость белого цвета без посторонних включений	
Массовая доля нелетучих веществ, %	Не менее 66	Не менее 66
Массовая доля свободного формальдегида, %	Не более 0,15	
Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246, сопло 4 мм, на момент изготовления	45-49 46,6	55-81 65,5
Концентрация ионов водорода, рН	8,5-9,0	8,5-9,0
Время желатинизации с 1% хлористого аммония, с	76-82 79,8	79-83 80,4
Предельная смешиваемость смолы с водой, при которой наблюдается коагуляция, по объему	1:1,5-2	1:1,5-2

Примечание.

1. Смолы изготовлены с использованием меламина СУТЕС.
2. Числитель максимальное-минимальное значение, знаменатель-среднее.

Смола ТЕРАМИН 1030 предназначена для производства плит типа Р3, а смола ТЕРАМИН 3070 плит типа Р 5. Несмотря на то, что смолы содержат различное количество меламина, показатели качества смол близки. Заметно смолы отличаются лишь по показателю «условная вязкость». В таблице 4 приведены типичные изменения свойств смол марки ТЕРАМИН в процессе хранения.

Таблица 4

Типичные показатели свойств смолы ТЕРАМИН в процессе хранения

Показатель	ТЕРАМИН 1030		ТЕРАМИН 3070	
	В момент изготовления	После хранения в течение 3-х недель	В момент изготовления	После хранения в течение 3-х недель
Вязкость условная по вискозиметру ВЗ-246, сопло 4 мм, с	47	65	61	92
Время желатинизации при 100 °С с 1 % хлористого аммония, с	75	85	83	92
Смешиваемость водой по объему, при которой наблюдается коагуляция	1:2	1:1	1:2	1:1

Примечание. Приведены средние значения по нескольким партиям.

Переработка смол на различных предприятиях показала, что смолы марки ТЕРАМИН позволяют производить водостойкие древесностружечные плиты, отвечающие требованиям стандарта EN-312. В качестве примера в таблице 5 приведены физико-химические свойства ДСтП изготовленных на непрерывном прессе с использованием смолы ТЕРАМИН 3070, а в таблице 6 на периодическом прессе.

Таблица 5

Физико-химические свойства ДСтП на смоле ТЕРАМИН 3070

Показатель	Толщина плиты, мм		
	12	16	26
Плотность, кг/м ³	730	688	669
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа	0,57	0,52	0,58
Предел прочности при изгибе, МПа	19,8	18,6	14,7
Модуль упругости при изгибе, МПа	3904	3568	2734
Разбухание, образцы 50×50 мм, 24 часа, %	16,0	10,8	7,8
Содержание формальдегида по перфоратору, мг/100г плиты	4,3	7,2	7,3

Таблица 6

Физико-механические свойства древесно-стружечных плит, толщиной 12 мм

Показатель	Вариант		
	1	2	3
Плотность, кг/м ³	636	670	653
Предел прочности при изгибе, МПа	19,9	2,6	21,7
Предел прочности перпендикулярно пласти плиты, МПа	0,55	0,56	0,46
Разбухание по толщине за 24 часа, образцы 50×50 мм, %	9,2	12,0	10,7
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты после 2-часового кипячения в воде, МПа	0,13	0,14	-
Содержание формальдегида в плите по перфоратору, мг/100г плиты	9,03	9,1	9,18

На технологию получения смол марки ТЕРАМИН получен патент Российской Федерации RU №2436807. Смолы выпускаются по ТУ 2223-002-94404092-10.

А.С. Свешников,

аспирант, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

С.А. Угрюмов,

д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

mmagus@yandex.ru

Рассмотрены технологические и технико-экономические вопросы производства композиционной фанеры с внутренним слоем на основе измельченных древесных отходов.

В настоящее время перед фанерно-плитными предприятиями остро стоит проблема снижения материалоемкости производства, которая может быть достигнута путем совершенствования технологии производства композиционных материалов.

Производство композиционной фанеры с внутренним слоем из измельченных отходов сопутствующего фанерного производства позволяет не только уменьшить расход дорогого древесного шпона на изготовление единицы продукции, но и эффективно утилизировать образующиеся отходы. Наружные слои композиционной фанеры состоят из взаимно перпендикулярных слоев лущеного шпона, а внутренним заполнением является клеевая композиция на основе измельченных древесных частиц по принципу изготовления древесностружечных плит.

Изготовление композиционной фанеры может осуществляться по различным схемам сборки, технологически выгодной является сборка пакета с двумя взаимно перпендикулярными слоями шпона с каждой стороны и внутренним заполнением [1]. Толщина такой фанеры может варьироваться в широком диапазоне в зависимости от области применения.

Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что на прочностные показатели композиционной фанеры наибольшее влияние оказывает плотность внутреннего заполнения и расход связующего в нем, с увеличением этих факторов происходит интенсивный рост прочности материала. С увеличением плотности происходит более плотная упаковка частиц наполнителя между собой с минимальным количеством свободных пространств, ослабляющих структуру материала. Повышение расхода связующего позволяет распределить его по поверхностям всех частиц и способствует формированию большего количества непрерывных клеевых связей. Количество парафиновой добавки имеет меньшую значимость, при ее введении происходит некоторое снижение прочностных показателей, поскольку данный состав не вступает в химическое взаимодействие ни с компонентами клеевого состава, ни с наполнителем.

На физические показатели композиционной фанеры наибольшее влияние оказывает количество парафиновой добавки и расход связующего во внутреннем слое, при увеличении этих факторов происходит существенное снижение разбухания и водопоглощения. При равномерном распределении этих компонентов происходит максимальная изоляция частиц водонепроницаемыми слоями как самого отвержденного связующего, так и парафина, который растекается тонким слоем по поверхности частиц при пьезотермической обработке. Фактор плотности внутренней прослойки также имеет значимое влияние, при увеличении плотности происходит увеличение физических показателей, поскольку повышается релаксационная способность уплотненных частиц.

Рекомендуемые рациональные условия производства композиционной фанеры следующие: плотность внутреннего слоя – 650 кг/м³; расход связующего – 10% от массы наполнителя; количество парафиновой добавки – 0,5% от массы наполнителя; температура прессования – 150°С; давление прессования – 1,85...2,3 МПа; время выдержки под давлением – 0,35...0,40 мин на 1 мм толщины фанеры; время плавного снижения давления – 1 мин.

Композиционная фанера, изготовленная при данных условиях обладает прочностью при изгибе порядка 60 МПа, прочностью при перпендикулярном отрыве 0,46 МПа, разбуханием по толщине 18% [2].

При промышленном выпуске композиционной фанеры необходимо создание комплекса оборудования, на котором по конвейерной технологии будет происходить формирование пакетов и их горячее прессование. Применительно к условиям ОАО «Фанплит», г. Кострома разработана линия по производству данного материала [3]. Для повышения технологической эффективности производства композиционной фанеры при реконструкции предприятия необходимо провести следующие мероприятия:

1. Замена и удаление существующих конвейеров, предназначенных для перемещения пакетов фанеры.
2. Удаление холодного пресса для подпрессовки пакетов фанеры.
3. Привязка к околопрессовому оборудованию участка сборки пакетов композиционной фанеры: смесителя, формирующей машины, пресса для подпрессовки пакетов композиционной фанеры.
4. Модернизация неиспользуемого здания и размещения в нем оборудования необходимого для подготовки материала внутреннего слоя, а именно установка технологической печи, сортировки для технологической щепы, установка сушильного барабана, бункеров для хранения межоперационного запаса щепы, сырой стружки, сухой стружки, сортировки сухой стружки.
5. Изменение технологических режимов горячего прессования фанеры.

Технико-экономический анализ эффективности применительно к условиям ОАО «Фанплит», г. Кострома показал следующие изменения при выпуске композиционной фанеры:

1. Значительное уменьшение стоимости сырья и материалов, которое связано с уменьшением норм расхода фанерного кряжа, при незначительном увеличении норм расхода связующего.

2. Увеличение стоимости электроэнергии, вследствие установки дополнительного оборудования;

3. Увеличение общехозяйственных затрат, связанных с выпуском новой продукции, что влечет за собой дополнительные расходы на рекламу, командировки, представительские расходы. Увеличение затрат, связанных с изменением площади здания за счет использования дополнительной площадок, что в свою очередь ведет к увеличению затрат на их содержание.

4. Себестоимость производства снижается примерно на 7%, прибыль от реализации увеличивается на 14 %; рентабельность 1 м³ продукции увеличивается на 8%; чистая выручка увеличивается на 19%;

Расчёты технологического процесса на ОАО «Фанплит» после реконструкции показали, что за счёт выпуска композиционной фанеры возможно увеличить годовую программу вследствие повышения производительности прессового оборудования за счет уменьшения продолжительности цикла прессования. Для обеспечения пресса необходимым количеством пакетов необходима реконструкция сборочного участка путем установки линии сборки пакетов. Затраты на ее покупку и монтаж окупаются за счёт увеличения чистой выручки.

В целом организация производства композиционной фанеры позволяет утилизировать отходы сопутствующего фанерного производства, экономить древесный шпон, снижать себестоимость при выпуске конкурентоспособной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Угрюмов С.А. Общая технологическая последовательность производства композиционной фанеры / С.А. Угрюмов, А.С. Свешников, Д.А. Кожевников / Актуальные проблемы лесного комплекса: материалы международной научно-технической конференции. – Вологда: ВоГТУ, 2009. – С.143–145.
2. Угрюмов С.А. Комплексное исследование свойств композиционной фанеры / С.А. Угрюмов, А.С. Свешников // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – М.: МГУЛ, 2010, №6. – С. 163–165.
3. Угрюмов С.А. Технология производства композиционной фанеры / С.А. Угрюмов, А.С. Свешников // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – М.: МГУЛ, 2012, №2. – С. 148–153.

УДК 674.812.2

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ В Г. СОЛИКАМСКЕ

С.С. Тютиков,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

В.В. Савина,

ст.преподаватель, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

Е.Р. Самаркин,

гр.МТД-45, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

Vik_savina@bk.ru

В статье изложены достоинства и недостатки опытно-промышленного производства пластиков из древесных отходов без добавления связующих в г. Соликамске.

В 1993 г., несмотря на углубляющийся в стране кризис, АО «Сатурн» г. Соликамска организовало опытно-промышленное производство плит из древесных отходов без добавления связующих по методу УГЛТУ. Проект линии выполнил Уралгипробум г. Перми (при консультации доцента УГЛТУ Тютикова С.С.). Нестандартное оборудование спроектировал и изготовил Пермский научно-исследовательский технологический институт (ПНИТИ).

Линия работала в 1993 и 1994 г.г. По мнению авторов этой статьи большой практический интерес представил прежде всего анализ качества выполнения на этой линии операции подготовки сырья и получаемой из него продукции. Необходимые для этого пробы прессматериала и плит в свое время были доставлены в УГЛТУ.

Сырье (70% опилки хвойных пород и 30% отходов окорки) на линии измельчалось сначала на корорубке КР-8, а затем в вакуумной мельнице (новинка). Достоинством мельницы является, в частности, отсутствие в ней сит (в отличие от типовой мельницы ДМ-8), отверстия которых могут забиваться древесными частицами в процессе работы. Исследования в УГЛТУ показали, что степень измельчения сырья на вакуумной мельнице соответствует традиционной технологии, т.е. полученные древесные частицы по толщине меньше 3 мм.

Измельченное сырье на линии сушилось в сушилках с «кипящим» слоем. По результатам анализов влажности после сушки была на уровне 5,40%, т.е. сырье в цехе пересушивали примерно 3–5%. Было рекомендовано строго соблюдать технологический регламент, т.е. сушить прессматериал до влажности 8–9%.

Запрессовки плит производились на прессе марки Д7044 Днепропетровского завода при удельном давлении 8,5 МПа (против 2,5 МПа в цехах, ранее пущенных в эксплуатацию, например, на Херсонском Целлюлозном заводе или в пос. Сибирцево Приморского края). Плиты имели различную окраску от коричневой (темно-коричневой) до светло-желтой. Анализ результатов испытаний (см. таблицу) позволяет заключить. Что в цехе АО «Сатурн» можно получать материал с хорошими физико-механическими свойствами. Такими свойствами обладают коричневые и темно-коричневые по окраске плиты. Особенно высокими техническими свойствами обладали плиты партии 4, которые были изготовлены при влажности прессматериала 8%. Однако присутствие светлой каймы (зоны брикета) в готовом продукте не допустимо. Это кайма совершенно неводостойкая и переводит в брак всю продукцию. Учитывая наличие светлой каймы на многих плитах после их форматной обрезки, нами было рекомендовано принять меры по увеличению площади пластика или переставить пилы. Светло-желтые по окраске плиты изготавливать нежелательно, т.к. при производстве таких плит процессы образования полноценного пластика не проходят, материал (брикет) имеет плохую водостойкость. В таблице для сравнения приведены данные по ДВП.

Следует отметить, что ПНИТИ существенно улучшил конструкцию сушилки в кипящем слое и удачно решил при помощи пневмоприсосок операцию снятия с поддона отпрессованных плит и транспортировку их на форматную обрезку. Тем не менее основное оборудование, изготовленное ПНИТИ, часто выходило из строя и цех делал в среднем 3 запрессовки в смену вместо 6-7 по плану.

Таблица 1

Физико-механические свойства плит

Показатель	Партии плит				
	1	2	3	4	
		Светлая кайма	Основная площадь	Основная площадь	Основная площадь
Плотность, кг/м ³	1130	1170	1330	1234	1270
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	19,7	27,9	30,0	35,2	4,8
Разбухание за 24 ч., %	116,0	51,6	8,5	9,4	5,8
Водопоглощение за 24 ч., %	118,0	64,4	9,6	15,4	8,6

Примечание. 1- плиты светло-желтые, 2,3 и 4- плиты коричневые и темно-коричневые.

Опыт организации производства плит без добавления связующих из древесных отходов можно учитывать при проектировании подобных цехов.

УДК 674.093.26

АРМИРОВАНИЕ БЕРЕЗОВОЙ ФАНЕРЫ ВОЛОКНАМИ КОНОПЛИ

Г.А. Упитис,

Mg. sc. ing., докторант, Рижский Технический Университет, г. Рига, ЛАТВИЯ.

gints.upitis@rtu.lv

Я.А. Долацис

Dr. sc. ing., ведущий исследователь, Латвийский Государственный институт химии древесины, г. Рига, ЛАТВИЯ.

dolacis@edi.lv

В статье отражены поиски решения задачи увеличения прочности клееной фанеры, армированной волокнами конопли. Показана принципиальная возможность получения нового экологичного материала с повышенными прочностными характеристиками.

Современное развивающееся общество столкнулось с проблемой все возрастающих потребностей в энергоёмкости производства и ограниченными потенциальными возможностями их удовлетворения. В последнее время в мире растёт спрос на возобновляемые источники природных ресурсов, обусловленные энергосберегающими и экологически чистыми технологиями их добычи, возможностью их переработки в экологические, биоразлагаемые материалы с высокой добавленной стоимостью за счёт уменьшения материальных и энергетических затрат. Особое внимание обращается на материалы из натуральных волокон и их широкое использование в различных отраслях производства. Один из таких ресурсов – конопля, которая весьма продуктивна, нуждается в значительно меньшем количестве искусственных удобрений, чем другие культуры, положительно влияет на агроэкосистему, улучшает структуру почвы, подавляет сорняки, вредителей и болезни. Волокно конопли является одним из самых прочных натуральных волокон и её характеристики (высокая прочность на

растяжение, прочность во влажном состоянии и другие) делают его технически пригодным для производства различных промышленных продуктов. Таким образом, конопля рассматривается как один из наиболее перспективных источников возобновляемых ресурсов в качестве компонента для производства широкого спектра промышленных товаров.

В Латвии в последние годы практикуется выращивание технической культуры конопли на площади сотен гектаров. Для переработки продуктов конопли (волокон и стеблей) в инновационные продукты, необходимы универсальные исследования выращенных в местных климатических и почвенных условиях сортов, и их сравнительный анализ. Показано, что механические характеристики волокон конопли зависят как от сорта, а также от условий произрастания [1]. В последние годы в мире широкое распространение получают посевы конопли для технических целей, особенно дешево производство в Китае, Бангладеше и Индии [2]. Также посевы конопли становятся популярными на Юге США и Канады [2, 6]. По мнению (Bolton, J. [3]) конопля, чтобы стать конкурентно способной, должна отвечать следующим условиям: материал должен производиться в достаточно больших объемах; цена должна быть достаточно низкой; характеристики волокна должны быть стабильными на протяжении всего срока службы и используемые технологии обработки нового сырья должны быть доступными и опробованными для его переработки. Конопляное волокно может потенциально заменить другие волокна растительного происхождения, но не может конкурировать с минералами из стекловолокна, алюминия и других металлов. В Узбекистане проведены испытания полимерных покрытий и пленок, армированных сетчатым трикотажным полотном [4]. В Чехии успешно проведены исследования физико-механических свойств фанеры, армированной стекловолокном с использованием в качестве связующего фенол формальдегидные смолы [5].

В данной работе рассматриваются поиски решения задачи увеличения прочности клееной пяти-слойной березовой фанеры, армированной тканью из волокон конопли. Один из способов – армировать клееную фанеру отдельными волокнами конопли и тканью из нее. Для оптимизации условий формирования такого композитного материала был использован многофакторный анализ – таблица 1 и таблица 2.

Таблица 1

Факторы, влияющие на физико-механические характеристики фанеры

Обозначение	Постоянные факторы		Значение
	Название	Единица измерения	
x6	Влажность шпона	%	8
x7	Относительная влажность воздуха	%	49
x8	Температура помещения	°C	22
x9	Плотность древесины	кг/м ³	617
x10	Количество связующего	г/м ²	170
x11	Вязкость связующего при 24°C	мПа·с	5842,2
x12	Количество слоев шпона	штук	5
x13	Толщина шпона	мм	1,5
x14	Ориентация листов шпона	I – I – I	1
x15	Время выдержки при склеивании	мин/мм	5,42
x16	Температура склеивания	°C	90

В качестве связующего использовалась смесь фенол-формальдегидной смолы и поливинилацетатного клея ПВА. Уровни вариации переменных факторов выбраны исходя из предыдущего опыта.

Опыт планирован как многофакторный эксперимент с 5 переменными – таблица 3.

Таблица 2

Факторы, влияющие на физико-механические характеристики фанеры

Обозначение	Переменные факторы		Величина "0" уровня
	Название	Единица измерения	
x1	Давление прессования	МПа	1,5
x2	Размер ячейки конопляной сетки	мм	8
x3	Натяжение конопляной сетки	Н	20
x4	Масса связующего (на 100 г смолы)	г	20
x5	Масса ПВА на 100 г смолы	г	12

Таблица 3

Интервалы и уровни факторов вариации.

Обозначение	Название	Единица измерения	Уровни вариации			Интервалы
			-1	0	1	
x1	Давление прессования	МПа	1,3	1,5	1,7	0,2
x2	Размер ячейки конопляной сетки	мм	4	8	12	4
x3	Натяжение конопляной сетки	Н	10	20	30	10
x4	Масса связующего (на 100 г смолы)	г	17	20	23	3
x5	Масса ПВА на 100 г смолы	г	10	12	14	2

Для каждой группы переменного фактора эксперимента было изготовлено по 10 образцов длиной 200 мм и шириной 50 мм, где направление волокон шпона наружных слоев листов было параллельно длине образца и столько же образцов, где направление волокон шпона наружных слоев листов было перпендикулярно длине образца. Для всех образцов использовался березовый лущеный шпон толщиной 1,5 мм. Для изготовления экспериментальных образцов использовалась двухкомпонентная смесь смолы «Casco Adhesives' UF 1274» с отвердителем 2545 фирмы «Akzo Nobel» и поливинилацетатный клей D3 группы «Tempo 303» фирмы «KLEIBERIT». Образцы склеивались в горячем прессе фирмы «Schmersal Joos». Физико-механические характеристики образцов определялись согласно требованиям Европейского и Латвийского стандарта *LVS EN 310:2001 (Wood-based panels; determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength)*. На основании экспериментальных данных проведено математическое вариационное моделирование интервалов переменных факторов. Рассчитаны значения коэффициентов и составлено регрессионное уравнение:

$$Y = 95,94 - 3,26 \cdot x_1 - 1,71 \cdot x_2 - 1,99 \cdot x_3 + 2,61 \cdot x_4 + 1,81 \cdot x_5,$$

откуда видно, что с уменьшением факторов x_1 , x_2 и x_3 и с увеличением факторов x_4 и x_5 , представляется возможным улучшить деформативные показатели армированной конопляным волокном березовой фанеры. Рассчитаны уровни значимости коэффициентов и намечены верхние и нижние границы теоретически допустимых переменных вариационных факторов. Расчеты показывают, что при описанных исходных условиях эксперимента средний показатель величины предела прочности при статическом изгибе $\sigma_{изг}$ такого материала возрастает на 13,2 %.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что на основании армирования конопляной сеткой с величиной ячейки 8 мм березовой пятислойной фанеры, представляется возможным получение экологичного композиционного материала.
2. Найдены оптимальные соотношения компонентов и связующего для получения композитного материала армированной конопляной сеткой березовой фанеры с повышенными механическими характеристиками при изгибе $\sigma_{изг}$ до 13,2 %.
3. Данный композитный материал может быть использован для производства гнuto клееных изделий из фанеры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Freivalde L., Kukle S., Ulme A. Comparative analysis of hemp fiber durability. – Scientific Journal of Riga Technical University. Material Science. Textile and Clothing Technology 2010, Vol. 5. – P. 134–138.
2. Small, E. and D. Marcus. 2002. Hemp: A new crop with new uses for North America. p. 284–326. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.), Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.
3. Bolton, J. 1995. The potential of plant fibres as crops for industrial use. Outlook Agr. 24:85–89.
4. Рахимов Ф.Х. Полимерные покрытия и пленки, армированные сетчатым трикотажным полотном / Ф.Х. Рахимов, Н.Б. Мирзаев, А.С. Рафиков // Пластические массы. – 2008. – № 9. – С. 49–51.
5. Král P., Hrázský J.: A contribution to the resistance of combined plywood materials to abrasion. J. For. Sci., 54 (2008): 31–39.
6. Ehrensing, D.T. 1998. Feasibility of industrial hemp production in the United States Pacific Northwest. Department of Crop and Soil Science, Oregon State Univ. Expt. Sta. Bul. 681. Oregon State University, Corvallis. www.css.orst.edu/Hemp/body.html.

УДК 674.816.2

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВМЕЩЕННЫХ СМОЛ

А.А. Федотов,

аспирант, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
mtd@kstu.edu.ru

Исследована возможность использования фуранового олигомера в качестве добавки к фенолформальдегидным смолам для изготовления однослойных плит, а также применения мономера ФА в качестве связующего в наружных слоях трехслойных плит, с целью повышения эксплуатационных свойств готовой продукции. Приведены результаты оценки физико-механических характеристик плит.

В настоящее время в отечественном производстве древесностружечных плит широко применяются карбамидоформальдегидные и фенолформальдегидные олигомеры. Однако основная часть выпускаемых плит не обладает требуемой водостойкостью, что ограничивает их применение в условиях с переменными температурно-влажностными условиями, прежде всего в строительной сфере и в производстве специальной

мебели. Присутствие в составе смол свободного формальдегида и фенола приводит к эмиссии вредных веществ при эксплуатации плит.

Возможным способом повышения водостойкости и снижения токсичности плит является применение при их изготовлении альтернативных клеев, а именно – олигомеров фуранового ряда [1,2].

Известно, что для удешевления фурановых смол и повышения их водостойкости, а также для придания большей щелочестойкости фенол-формальдегидным смолам возможно смешение или со-вмещение некоторых фенольных и фурановых смол [3].

Для оценки возможности повышения физико-механических свойств однослойных и трехслойных древесностружечных плит была проведена серия опытов по изготовлению и испытанию однослойных древесных плит на основе совмещенной смолы. В экспериментальных исследованиях использовалась специальная резаная стружка лиственных и хвойных пород древесины с отбором фракции 10/2 и клеевые композиции на основе фенолформальдегидной смолы марки СФЖ-3013 с добавкой в различном соотношении фурфуролацетонового мономера ФА в смеси с отвердителем – п-толуолсульфокислотой в количестве 5%. При этом мономер ФА добавлялся непосредственно в фенолформальдегидную смолу и полученный состав тщательно перемешивался до появления однородной структуры.

Изготовление плит проводилось в лабораторном гидравлическом прессе П100-400 при следующих постоянных факторах:

- толщина плит 12 мм;
- расчетная плотность 700 кг/м³;
- температура плит пресса 160°C;
- удельное давление прессования 2 МПа;
- продолжительность выдержки под давлением 6 мин.;
- расход связующего 12 % от массы абсолютно сухой стружки.

Физико-механические свойства плит определялись по ГОСТ 10634-78, ГОСТ 10635-78, ГОСТ 10636-78, огнезащитность оценивалась по потере массы при горении методом «огневой трубы».

На рис. 1 представлены графические зависимости влияния вида связующего на прочность плит при перпендикулярном отрыве и на разбухание по толщине.

Условные обозначения: ФФС – фенолформальдегидная смола, ФА – фурфуролацетоновый мономер.

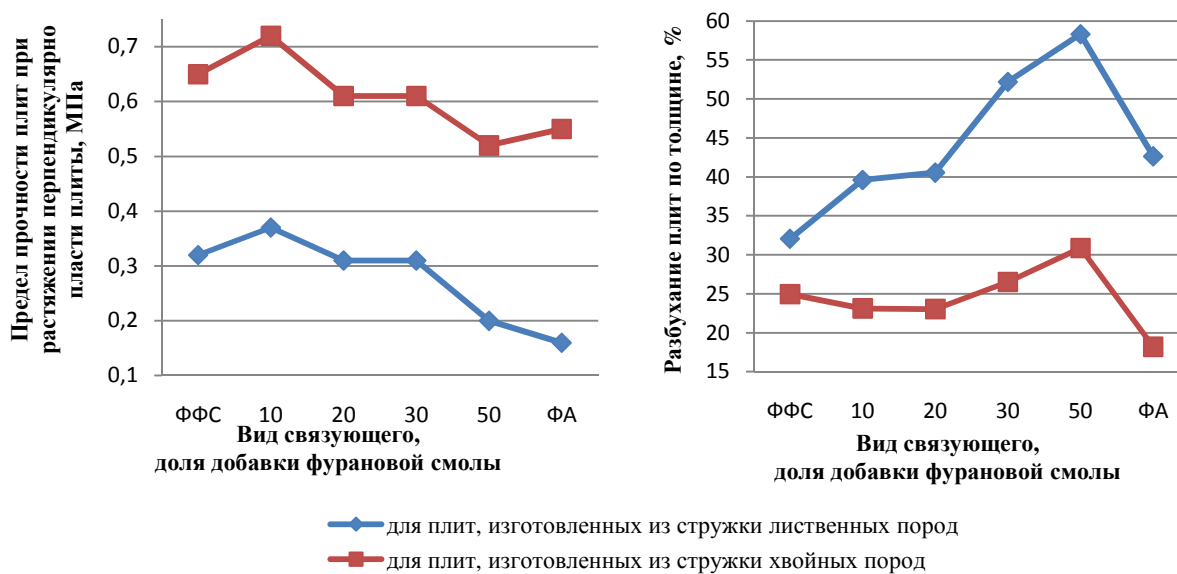


Рис. 1. Влияние вида связующего и доли добавки фурановой смолы на основные физико-механические свойства плит

Анализ полученных данных показал, что максимальная прочность наблюдается у плит, изготовленных с добавкой 10 масс. ч. мономера ФА (0,37 МПа – для лиственных; 0,72 МПа – для хвойных пород). При дальнейшем увеличении доли мономера ФА значение предела прочности снижается.

Разбухание по толщине при введении в клеевой состав 10 масс. ч. мономера ФА снижаются только у плит на основе стружки хвойных пород древесины. Наилучший результат достигается при использовании мономера ФА для плит из стружки хвойных пород. Плиты из лиственной стружки дают минимальное разбухание при использовании в качестве связующего фенолформальдегидной смолы.

В целом, совмещение фенолформальдегидной смолы с фурфуролацетоновым мономером не позволяет значимо повысить эксплуатационные свойства плит.

Основная часть древесностружечных плит используется после облицовки пластей и кромок синтетическими материалами, частично защищающих ее от контакта с влагой и водой, предотвращая, таким образом, разбухание. Однако по ребрам плит влага достаточно легко проникает внутрь. Многие

производители повышают водостойкость плит путем введения в наружные слои защитной добавки, например, парафиновой эмульсии, однако – это лишь кратковременная защита.

Известен способ изготовления трехслойных древесностружечных плит для использования их в мебельной промышленности и настила полов, заключающийся в использовании в наружных слоях фенолформальдегидной смолы, во внутреннем слое – карбамидоформальдегидной смолы [4]. За счет повышенной водостойкости наружных слоев снижаются показатели разбухания и водопоглощения плит, а при облицовке поверхностей и кромок стык оказывается в зоне более защищенной от воздействия воды.

Для оценки возможности повышения физико-механических свойств трехслойных древесностружечных плит (прежде всего, водостойкости) при использовании послойной комбинации связующего во внутреннем и наружных слоях была проведена серия экспериментов.

В качестве связующего для наружных слоев использовался фурфуролацетоновый мономер ФА с добавлением 5% отвердителя (п-толуолсульфокислоты), для внутреннего слоя – фенолформальдегидная смола марки СФЖ-3013 без отвердителя, а также карбамидоформальдегидная смола марки КФН-66 с добавлением 1% отвердителя (хлористого аммония).

В качестве наполнителя использовалась специальная резаная стружка лиственных и хвойных пород древесины с отбором фракции 2/0,5 для наружных слоев, фракции 10/2 для внутреннего слоя.

Изготовление плит проводилось в лабораторном гидравлическом прессе П100-400 при следующих постоянных факторах:

- толщина плит 16 мм;
- расчетная плотность плит 750 кг/м^3 ;
- температура плит пресса 180°C ;
- удельное давление прессования 2 МПа;
- продолжительность выдержки под давлением 8 мин;
- расход связующего в наружных слоях 15 %, во внутреннем слое 12%;
- соотношение объема наружных слоев к объему внутреннего слоя 1/3.

На рис. 2,3 представлены основные графические зависимости влияния вида связующего в слоях на физико-механические свойства трехслойных плит. Условные обозначения: ФФС – фенолформальдегидная смола, КФС – карбамидоформальдегидная смола, ФА – фурфуролацетоновый мономер.

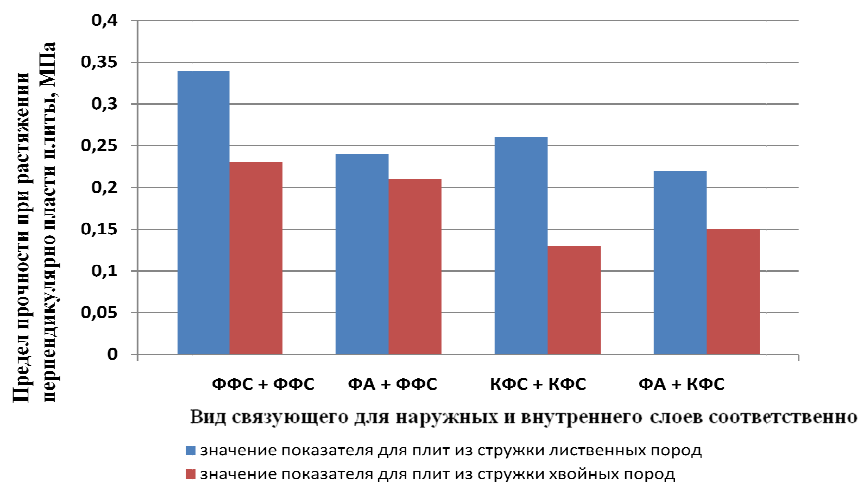


Рис. 2. Влияние вида связующего в наружных и внутреннем слоях на предел прочности плит при растяжении перпендикулярно пласти

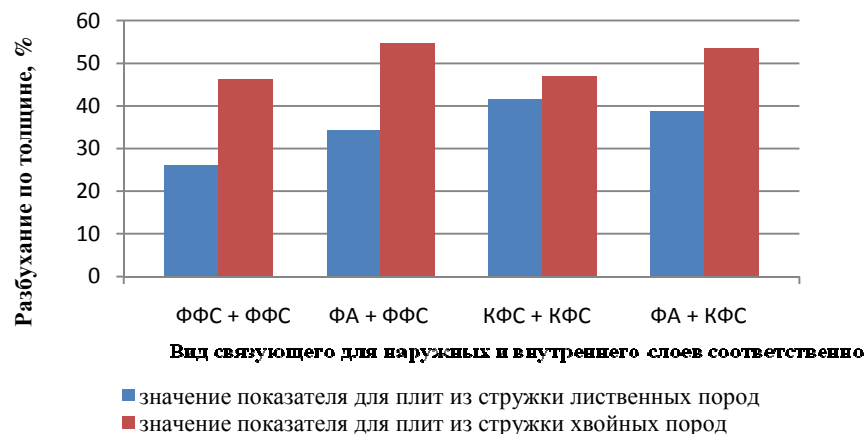


Рис. 3. Влияние вида связующего в наружных и внутреннем слоях на разбухание плит по толщине

Анализ результатов экспериментов показал, что предел прочности при статическом изгибе трехслойных древесностружечных плит с послойной комбинацией связующего на основе стружки хвойных пород древесины выше, чем у плит на основе стружки лиственных пород, за исключением плит на основе карбамидоформальдегидной смолы во всех слоях плит. Прочность плит при перпендикулярном отрыве несколько выше у плит на основе лиственных пород. При послойной комбинации связующего наблюдается снижение прочности, что вызвано слабой адгезионной связью на стыке слоев. Вероятно, *p*-толуолсульфокислота, используемая в клеевом составе наружных слоев, является сильным отвердителем как для фенолформальдегидных, так и для карбамидоформальдегидных смол, используемых во внутреннем слое. На местах стыков слоев происходит быстрое отверждение указанных смол в момент их контакта при формировании стружечного ковра, а при воздействии прессующего усилия – механическое разрушение образованных связей. Данный аспект подтверждается результатами испытаний предела прочности при перпендикулярном отрыве, в большинстве случаев при послойной комбинации связующего разрыв образцов происходил по границам слоев, а не по внутреннему слою.

В большинстве случаев при послойной комбинации связующего наблюдается повышение разбухания по толщине, водопоглощение при этом достаточно стабильное. После длительного вымачивания наблюдались участки с расслоением по границам внутреннего и наружных слоев, как при использовании фенолформальдегидных, так и при использовании карбамидоформальдегидных смол.

Таким образом, несмотря на известные водозащитные свойства отвержденного фурфуролацетонного мономера ФА, использование его при послойной комбинации в древесностружечных плитах не целесообразно вследствие существенной разницы в условиях отверждения смол.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оробченко Е.В. Фурановые смолы / Е.В. Оробченко, Н.Ю. Прянишникова. – Киев: Изд-во технической литературы, 1963. – 166 с.
2. Справочник по пластическим массам. В 2 т. Т. 2 / под ред. В.М. Катаева, В.А. Попова, Б.И. Сажина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Химия. 1975. – 568 с.
3. Технология пластических масс / под ред. В.В. Коршака. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1985. – 560 с.
4. А.с. № 1782754, В27N3/02. Способ изготовления древесностружечных плит / А.Т. Кондратьева, А.А. Попов, В.И. Лопатин. Опубл. 23.19.1992, Бюл. № 47. – 4 с.

УДК 674.048

ПОВЫШЕНИЕ ГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ СТИРОЛСОДЕРЖАЩИМИ ОЛИГОМЕРАМИ ИЗ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИИ

Н.С. Никулина,

канд. техн. наук, с.н.с. НИС, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.
noodl-on-sky@mail.ru

О.Н. Филимонова,

док. техн. наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВПО ВГУИТ, г. Воронеж, РФ.
olga270757@rambler.ru

Л.Н. Стадник,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

С.С. Никулин,

док. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО ВГУИТ, г. Воронеж, РФ.
nikulin.nikuli@yandex.ru

В статье рассматривается возможность применения стиролсодержащих олигомеров из отходов производства полибутадиена для защитной обработки древесины.

Древесина – это универсальный природный полимерный материал [1] находящий широкое применение в промышленном и гражданском строительстве, в производстве мебели и др. Однако, существенными недостатками древесных материалов, эксплуатирующихся в неблагоприятных условиях, являются снижение прочностных показателей, подверженность грибковым заражениям и др. Для снижения вышеперечисленных недостатков древесные материалы подвергаются модифицирующим воздействием различных реагентов, в качестве которых используют фенолоальдегидные, аминоальдегидные, фурановые, полиэфирные и другие полимерные и олигомерные материалы [2–4]. Однако предлагаемые для модификации органические продукты в ряде случаев являются дефицитными и дорогостоящими, что сдерживает их широкое применение в реальных промышленных масштабах. Поэтому и до настоящего времени проводятся активные поисковые исследования по расширению сырьевой базы веществ, используемых для защиты и модификации древесных материалов.

Внедрение в промышленных масштабах технологий, предусматривающих переработку некоторых отходов нефтехимических производств с целью получения низкомолекулярных полимерных материалов (олигомеров), обладающих относительно невысокой себестоимостью, позволяет предположить, что данные продукты с успехом могут быть использованы для защитной обработки древесины и материалов на ее основе.

В промышленности был реализован процесс получения стиролсодержащего низкомолекулярного сополимера из непредельных соединений кубового остатка очистки возвратного растворителя – толуола производства полибутадиена. В качестве основных звеньев полимерная цепь содержит стирол и 4-винилциклогексен (ВЦГ).

Цель данного исследования – изучение возможности применения для модификации древесины стиролсодержащего олигомера (СО), полученного из кубовых остатков очистки толуола производства полибутадиена.

Получаемый продукт представляет собой высоковязкую, маслообразную массу хорошо растворимую в ароматических, алифатических, кислородсодержащих углеводородах.

Оценку эффективности СО проводили на образцах древесины березы размером 20×20×30 мм. Пропитку осуществляли следующим образом. В пропиточную ванну загружали толуольный раствор СО (сухой остаток ~ 60 % мас.). Пропиточный состав нагревали до заданной температуры, погружали в него образцы березы и выдерживали в течение одного часа. После чего образцы древесины извлекали из ванны и подвергали термообработке. Содержания в древесине СО определяли гравиметрическим методом.

Изучение процесса модификации образцов древесины березы проводили с использованием планирования эксперимента по схеме греко-латинского квадрата четвертого порядка (4×4) [5].

В качестве факторов, оказывающих наибольшее влияние на процесс модификации, выбраны: температура пропиточного состава – 60, 80, 100 и 120 °С (фактор А); содержание стирола в исходной мономерной смеси, используемой при синтезе СО – 50, 60, 80, 90 % мас. (фактор В); температура термообработки – 100, 120, 140 и 160 °С (фактор С); продолжительность термообработки – 1, 3, 5 и 7 часов (фактор D). Содержание сополимера в пропиточном растворе ~ 60 % мас. В качестве функций отклика выбраны водопоглощение, разбухание в радиальном и тангенциальном направлениях.

Результаты основных показателей (водопоглощение, разбухание) для древесины береза, обработанной СО, показывают, что наиболее существенное влияние на свойства модифицированной древесины оказывает температура пропитывающего состава, содержание стирола в исходной мономерной смеси оказывает значительно меньшее влияние, что и температура и продолжительность термообработки.

После обработки экспериментальных результатов с использованием вычислительных средств были получены уравнения регрессии, описывающие влияние этих четырех факторов на водостойкость образцов древесины березы через 1 и 30 суток испытания:

через 1 сутки:

- для водопоглощения, %

$$Y_{\text{водопогл.}} = 9,69 \cdot 10^{-5} \cdot (27,0 - 5,75 \cdot 10^{-2} \cdot a) \cdot (30,1 - 0,118 \cdot b) \cdot (26,2 - 3,35 \cdot 10^{-2} \cdot c) \cdot (25,1 - 0,8 \cdot d);$$

- для разбухания в радиальном направлении, %

$$Y_{\text{радиал.}} = 1,078 \cdot 10^{-2} \cdot (6,91 - 2,6 \cdot 10^{-2} \cdot a) \cdot (5,49 - 1,36 \cdot 10^{-2} \cdot b) \cdot (5,375 - 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot c) \cdot (25,1 - 0,8 \cdot 10^{-2} \cdot d);$$

- для разбухания в тангенциальном направлении, %

$$Y_{\text{тангенц.}} = 3,75 \cdot 10^{-3} \cdot (9,54 - 3,4 \cdot 10^{-2} \cdot a) \cdot (7,91 - 2,09 \cdot 10^{-2} \cdot b) \cdot (9,67 - 2,47 \cdot 10^{-2} \cdot c) \cdot (7,23 - 0,194 \cdot d),$$

через 30 суток:

- для водопоглощения, %

$$Y_{\text{водопогл.}} = 3,628 \cdot 10^{-6} \cdot (70,74 - 6,26 \cdot 10^{-2} \cdot a) \cdot (74,38 - 0,132 \cdot b) \cdot (68,0 - 2,23 \cdot 10^{-2} \cdot c) \cdot (65,8 - 0,177 \cdot d);$$

- для разбухания в радиальном направлении, %

$$Y_{\text{радиал.}} = 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot (8,52 - 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot a) \cdot (9,2 - 3,93 \cdot 10^{-2} \cdot b) \cdot (7,59 - 8,95 \cdot 10^{-3} \cdot c) \cdot (6,83 - 0,103 \cdot d);$$

- для разбухания в тангенциальном направлении, %

$$Y_{\text{тангенц.}} = 1,52 \cdot 10^{-3} \cdot (9,68 - 1,075 \cdot 10^{-2} \cdot a) \cdot (10,06 - 1,94 \cdot 10^{-2} \cdot b) \cdot (11,81 - 2,38 \cdot 10^{-2} \cdot c) \cdot (9,32 - 0,155 \cdot d).$$

Анализируя полученные зависимости, можно сделать вывод, что наилучшими значениями факторов, обеспечивающими наименьшее водопоглощение и разбухание образцов древесины береза, являются: температура пропиточного состава – 120 °С; содержание стирола в исходной мономерной смеси – 90 % мас.; температура термообработки – 160 °С; продолжительность термообработки – 7 ч. При этом необходимо отметить, что влияние последнего фактора проявляется в значительно большей степени, чем первых трех. Большее влияние продолжительности термообработки на свойства модифицированной

древесины может быть объяснено тем, что в пропитывающий состав дополнительно вводился сиккатив, который при повышенных температурах более активно выполняет функцию сшивающего агента, чем при пониженных температурах. Хотя процессы структурирования полимеров не прекращаются и после снятия высокотемпературного воздействия. Таким образом, процесс структурирования (сшивки) макромолекул продолжается во времени, то есть при хранении и эксплуатации изделий из древесины. Повышение содержания стирола в получаемых полимерных материалах также положительно сказывается на улучшении защитных свойств древесины. Это может быть объяснено тем, что уменьшается количество кратных связей в сополимере, повышающих его гидрофильность [8].

Сравнение экспериментальных и расчетных значений, полученных по вышеприведенным уравнениям, показывает на вполне удовлетворительную их сходимость (табл.).

Таблица

Сравнение расчетных и экспериментальных значений модифицированных образцов древесины

Условия модификации				Показатель расчет / эксперимент		
Температура пропиточного состава, °С	Содержание стирола в исходной смеси, %	Температура термообработки, °С	Продолжительность термообработки, ч	Водопоглощение, %	Разбухание в радиальном направлении, %	Разбухание в тангенциальном направлении, %
120	90	160	7	20,2 / 21,8	3,3 / 3,7	4,1 / 5,0
120	90	160	7	59,6 / 66,4	4,3 / 5,2	7,0 / 7,9

Примечание: первая строка – продолжительность испытания 1 сутки,
вторая строка – продолжительность испытания 30 суток.

ВЫВОДЫ

1. Стиролсодержащие низкомолекулярные полимерные материалы, полученные из побочных продуктов полибутадиена могут быть использованы для защитной обработки древесины.

2. Оптимальными значениями факторов, обеспечивающими максимальную водостойкость модифицированной древесины, являются: температура пропиточного состава 120 °С; содержание стирола в исходной мономерной смеси 90 % мас.; температура термообработки 160 °С; продолжительность термообработки 7 ч.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хрулев В.М. Технология и свойства композиционных материалов для строительства. – Уфа: ТАУ. 2001. – 168 с.
2. Шеин В.С. Обезвреживание и утилизация выбросов и отходов при производстве и переработке эластомеров / В.С. Шеин, А.И. Ермаков, Ю.Г. Норхин. – М.: Химия, 1987. – 272 с.
3. Комплексное использование сырья и отходов / Б.М. Равич, В.П. Окладников, В.И. Лыгач, М.А. Менковский. – М.: Химия, 1988. – 288 с.
4. Отходы и побочные продукты нефтехимических производств – сырье для органического синтеза / С.С. Никулин, В.С. Шеин, С.С. Злотский и др.; под ред. М.И. Черкашина. – М.: Химия, 1989. – 240 с.
5. Грачев Ю.П. Математические методы планирование эксперимента / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. – М.: ДеЛипринт, 2005. – 296 с.

УДК 674.815

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ БЕЗОПАСНЫЕ ЛАМИНИРОВАННЫЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫЕ ПЛИТЫ

В.Е. Цветков,

д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Москва, РФ

М.Ю. Зуева,

ст. преп., ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Москва, РФ

В.В. Балюков,

аспирант, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Москва, РФ

mashula111@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования ламинированных ДСтП, полученных на модифицированном связующем, на содержания свободного формальдегида.

Проблема снижения токсичности древесностружечных плит остается актуальной и требует комплексного решения. В данной работе в качестве модификатора для клеевой карбамидоформальдегидной смолы была выбрана поливинилацетатная дисперсия, пластифицированная смесью полифункциональных соединений, включающих кислородосодержащие циклы, гидроксильные и эфирные группы. Карбамидно-поливинилацетатный клей (связующее) получили путем смешивания карбамидной смолы

и водной дисперсии поливинилацетата. Этот клей обладает удовлетворительной вязкостью, достаточной жизнеспособностью и хорошими клеящими свойствами. Соединения на карбамидно-поливинилацетатном клее характеризуются высокими прочностными показателями и почти не имеют недостатков, присущих соединениям на карбамидных и поливинилацетатных клеях. При разбавлении карбамидной смолы нетоксичным олигомером (ПВА) наблюдается снижение содержания свободного формальдегида. Свойства полученного модифицированного связующего представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технологические свойства клеевых композиции на основе карбамидной смолы и поливинилацетатной дисперсии

Наименование показателя	Значения показателей для смол	
	Карбамидная смола	Клеевая композиция (КФ смола+ПВА)
Вязкость, с	56	49
Водородный показатель, ед. рН	8,4	7,9
Содержание свободного формальдегида, %	0,14	0,052

Незначительное снижение рН модифицированных составов объясняется более низким значением рН ПВА дисперсии по сравнению с карбамидоформальдегидной смолой. Так же при разбавлении карбамидоформальдегидной смолы нетоксичным олигомером ПВА наблюдается снижение содержания свободного формальдегида.

При смешивании ПВА-дисперсии с карбамидными смолами происходят химические взаимодействия между отдельными реакционно-способными компонентами. Из ПВА-дисперсии в реакцию вступает поливиниловый спирт, являющийся эмульгатором и содержащийся в дисперсионной среде и на поверхности глобул ПВА. Из карбамидоформальдегидной смолы в реакцию вступают моно- и диметилломочевина с поливиниловым спиртом. Образуя пространственную молекулярную структуру. Поливиниловый спирт вступает в реакцию также со свободным формальдегидом и переходит в пространственное сшитое состояние вследствие образования межмолекулярных ацеталей. Были изготовлены древесно-стружечные плиты, в качестве связующего использовался состав 100/10; 100/15; 100/20; (КФ/ПВА). Физико-механические свойства плит представлены в табл. 2.

Таблица 2

Свойства полученных древесно-стружечных плит

Наименование показателей	Значения показателей для плиты на основе КФ смолы	Значения показателей для плиты на основе составов модифицированной смолы		
		100/10	100/15	100/20
Предел прочности плит при статическом изгибе, МПа	20,7	22,4	22,1	19,2
Разбухание за 24 часа, %	22,0	19,2	19,0	21,4
Содержание свободного формальдегида, мг/100г	11,6	8,2	6,3	3,7

Так же проводилась модификация пропиточной меламинакарбамидоформальдегидной смолы, применяемой для получения бумажно-смоляной пленки, используемой при ламинировании ДСтП. В качестве модификатора был выбран модификатор-катализатор НЛК, представляющий собой соль полифункциональной органической кислоты (лимонной кислоты). Модификация направлена на улучшение основных физико-химических свойств пропиточных олигомеров, на основе которых проводится разработка рациональных вариантов составов пропиточных композиций для осмоления бумаг при использовании универсальной двухстадийной линии пропиточной установки. Свойства модифицированных пропиточных олигомеров представлены в табл. 3. В качестве базового варианта взята меламинаформальдегидная смола МФС-1, применяемая на ООО «ПТК ПРОГРЕСС».

Таблица 3

Свойства модифицированных пропиточных олигомеров

Наименование показателей	Значения показателей для смол	
	МФСП-30	Базовый вариант
Содержание сухого остатка при 105°C, %	58	58±1
Водородный показатель, ед. рН	9,9	9,0
Вязкость условная по ВЗ при 20°C, с	14,0	16,5
Смешиваемость смолы с водой, мл/мл	1:2,5	1:2
Содержание свободного формальдегида, %	0,2	0,5
Время пенетрации, сек	1,6	4,8
Жизнеспособность смолы при 5-23°C, сут.	30	6-8

Были изготовлены ламинированные ДСтП, в качестве связующего использовался состав карбамидная смола: ПВА=100:20. Модификатор-катализатор НЛК вводили в количестве 1% от реакционной массы пропиточного олигомера на стадии синтеза. Физико-механические свойства полученных ламинированных плит представлены в табл. 4.

Физико-механические свойства полученных ламинированных древесно-стружечных плит

Показатель качества	Значения показателей	
	Предлагаемый вариант	Базовый вариант
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	19,2	20,7
Разбухание за 24 часа, %	22,0	21,4
Кислотный тест (по пятибалльной шкале)	5	4
Удельное сопротивление при нормальном отрыве покрытия от пласти облицованных плит, МПа	0,8	0,6
Стойкость покрытия к царапанию, мкм	76	76
Гидротермическая стойкость	2	2
Содержание свободного формальдегида в ламинированной ДСтП, мг/м ³	0,008	0,02

Анализируя данные представленные в табл. 3 можно сделать вывод, что разработанный вариант модификации является целесообразным для снижения содержания свободного формальдегида в ламинированной ДСтП, и при этом не ухудшая основные свойства плит.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпова Т.Н. Улучшение экологических свойств древесностружечных плит / Т.Н. Карпова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. – С. 184–189.
2. Цветков В.Е. Синтез и свойства модифицированных пропиточных меламиноформальдегидных олигомеров // В.Е. Цветков, М.Ю. Зуева // Клеи. Герметики. Технологии. – №1. – М.: Наука, 2011. – С. 16–19.
3. Зигельбойм С.Н. Термопластичные клеи в производстве мебели / С.Н. Зигельбойм. – М.: Лесн. пром-ть. – 1978. – №359. – 104с.

УДК 674.81

МОДИФИКАЦИЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ДОБАВКОЙ СЕРЫ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ

А.Н. Яблоков,

аспирант, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

prince_petit@mail.ru

Рассмотрен вопрос об участии добавки серы в углублении процесса поликонденсации карбамидоформальдегидного связующего. Исследовано влияние доли добавки серы на потерю массы при горении и водопоглощение отвержденного связующего.

Карбамидоформальдегидное связующее (КФС) является самым распространенным в мировой практике клеевым материалом для производства древесно-плитных композитов. Однако без модифицирующих добавок материалы на основе КФС имеют эксплуатационные показатели, позволяющие эксплуатировать их только внутри помещения. Плитные материалы на КФС также имеют повышенную потерю массы при горении, то есть низкую огнезащищенность.

К основным требованиям, предъявляемым к плитным материалам, предназначенным для использования в строительных конструкциях, относятся прочностные показатели, стойкость к воздействию воды и влаги, огнезащищенность и биостойкость. Прочность при статическом изгибе, стойкость к воздействию воды и влаги являются эксплуатационным показателем, а огнезащищенность относится к приоритетным показателям безопасности.

Важным требованием при изготовлении плит строительного назначения с необходимыми эксплуатационными характеристиками и со сниженной потерей массы при горении является создание условий, при которых вносимые добавки не только не оказывали бы отрицательного влияния на желатинизацию (отверждение) связующего, но и были нейтральными или даже способствовали этому процессу. Совместное введение в стружечную массу связующего и модифицирующей добавки возможно только при их совместимости.

С технологической точки зрения наилучшим является способ улучшения эксплуатационных характеристик и снижения потери массы плит при горении путем создания более прочной и более термостойкой структуры отвержденного связующего, а также увеличение числа химических связей между отвержденным связующим и гидроксильными группами целлюлозы древесных частиц.

Перспективным является введение на стадии осмоления стружки добавок, обладающих комплексным свойством увеличения огнезащищенности плит, повышения адгезии клеевого материала к древесным частицам и углубления процесса структурообразования материала.

Одним из таких модификаторов предположительно является сера. Области применения серы достаточно широки (химическая промышленность, сельское хозяйство, медицина), причем следует отметить, что она не является дефицитной добавкой.

Растет количество серы, добываемой из недр земли, из промышленных газов, при очистке топлива. В мире сейчас уже производится на 10% серы больше, чем используется. Ей ищут новые области применения, предполагают использовать в строительной индустрии. В Канаде уже изготовлен серный пенопласт, который будет применен в строительстве шоссейных дорог и при прокладке трубопроводов в условиях вечной мерзлоты. В Монреале построен одноэтажный дом, состоящий из необычных блоков (70% песка и 30% серы), причем по прочности и стойкости они не уступают цементным. [3].

Свойства серы как герметика, пропиточного и клеящего материала, обусловлены ее структурными особенностями. При обычных условиях сера находится в твердом состоянии. Ее относительная твердость по десятибалльной шкале, предложенной немецким геологом Ф. Моосом, составляет 1–2.

Кристаллическая структура серы представлена двумя аллотропными формами: ромбической и моноклинной. Ромбическая сера – лимонно-желтого цвета, плотностью 2030–2090 кг/м³, температура плавления 112,8 °С. Моноклинная сера – медно-красного цвета, плотностью 1960–1990 кг/м³, температура плавления 119,3 °С. Обе формы серы образованы восьмичленными циклическими молекулами. Переход из одной формы в другую является экзотермическим. При резком охлаждении расплава сера переходит в полимерную форму [5].

Молекулярное строение серы резко меняется в интервале температур 155–160 °С, вместо восьмиатомных колец появляются открытые цепи, которые при дальнейшем увеличении температуры до 200 °С распадаются на отдельные звенья. При снижении температуры процесс повторяется в обратном порядке.

Возможность участия серы в образовании полимерных структур отверждаемого связующего обусловлена высокой энергией связи между атомами С–S, N–S; она сопоставима с энергией связи С–N в основной цепи отвержденного связующего, то есть составляет около 280 кДж/моль [4].

Это дает возможность выдвинуть предположение об участии серы в создании связей между гидроксильными группами целлюлозы и отверждаемым связующим.

Выдвинутая в работе гипотеза об участии добавки серы в создании связей между гидроксильными группами целлюлозы и отверждаемым связующим требует экспериментального подтверждения.

Экспериментальное подтверждение участия добавки серы в полимеризации КФС было получено в ходе исследования, проводимого на кафедре МТД КГТУ.

Для исследования влияния добавки серы на процесс поликонденсации КФС был проведен эксперимент для определения водо- и термостойкости отвержденного связующего.

Образцы карбамидоформальдегидного связующего отверждались при температуре 100 °С и 170 °С. Наименьшая температура в реальных условиях процесса прессования ДСтП соответствует температуре в центре древесно-стружечного брикета, наибольшая – температуре на поверхности брикета. Таким образом, были исследованы водо- и термостойкость связующего, отвержденного в разных температурных условиях.

Изменения массы образцов отвержденного связующего после пребывания в воде в течение двух часов представлены в табл. 1. Потеря массы образцов, отвержденных при температуре 100 °С и 170 °С, при термическом воздействии представлена в табл. 2, 3.

У образцов отвержденного связующего при температуре 100 °С не выявлено положительного влияния добавки серы на термостойкость. Для связующего отвержденного при температуре 170 °С термостойкость с добавкой серы выше при любой температуре нагрева.

Это позволяет сделать вывод о том, что добавка серы при температуре отверждения 105° не оказывает положительного влияния. По-видимому, температуры отверждения недостаточно, чтобы исходный восьмигранник молекулы серы распался на звенья, способных к полимеризации и созданию прочных связей.

Таблица 1
Изменение массы отвержденного связующего после пребывания в воде

Температура отверждения, °С	Изменение массы, Δm, %	
	без добавки серы	с добавкой серы
100	8,73	7,60
170	37,31	34,78

Таблица 2
Потеря массы при термическом воздействии образцов связующего, отвержденных при температуре 100 °С

Температура испытания, °С	Потеря массы, %	
	без добавки серы	с добавкой серы
100	4,65	6,06
150	9,71	6,85
1200	18,67	23,23

Таблица 3
Потеря массы при термическом воздействии образцов связующего, отвержденных при температуре 170 °С

Температура испытания, °С	Потеря массы, %	
	без добавки серы	с добавкой серы
100	4,68	3,88
150	5,80	5,05
1200	29,26	20,27

Поскольку потеря массы при горении образцов отвержденного связующего с добавкой серы уменьшилась, ДСтП, модифицированные добавкой серы, будут иметь пониженную потерю массы при горении.

Водостойкость отвержденного связующего меньше при любой температуре отверждения. Это доказывает, что добавка серы блокирует носители гидрофильных свойств в отвержденном связующем – метилольные группы ($-\text{CH}_2\text{OH}$), таким образом снижая водопоглощение связующего.

Проведенные экспериментальные исследования на малых образцах отвержденного КФС с модифицирующей добавкой серы (и контрольных – без добавки) подтверждают теоретические исследования процесса структурообразования связующего и вывод об углублении поликонденсации КФС при добавке серы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В.И. Химия древесины и синтетических полимеров / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенская – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 624 с.
2. Миддлман С. Течение полимеров : пер. с англ. / под ред. А.Я. Малкина. – М.: Мир, 1971. – 259 с.
3. Сера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.topreferats.ru/chemistry/table6434.html>
4. Тагер А.А. Физикохимия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1978. – 544 с.
5. Хрулев В. М. Современные представления о структурообразовании древесных композиционных материалов / В.М. Хрулев, Н.А. Машкин, М.Г. Мальцев // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: тр. Междунар. конф. – Ч. 2. – Пенза: Приволжский дом знаний, 2000. – С. 138–140.

УДК 624.011.1:621.792

INVESTIGATIONS FOR IMPROVING THERMAL STABILITY AND DELAMINATION RESISTANCE FOR ADHESIVES USED FOR GLUE LAMINATED TIMBER

P. Niemz,

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c., ETH Zurich, Institute for Building Materials; Wood Physics Group
niemzp@ethz.ch

Ph. Hass; O. Kläusler; S. Claus

В работе исследуется возможность улучшения качества склеивания древесных конструкций строительного назначения.

Bonding of wood today is one of the most important joining techniques in timber construction and allows constructions to be built that would otherwise only be feasible with stronger materials such as steel or reinforced concrete. In times of limited natural resources, wood, as a renewable resource, is becoming more and more important for constructors, architects and engineers, due to its material specific advantages, such as its high strength to density ratio along with its positive eco-balance.

Since the evolutionary development of wood does not t engineering demands in all cases, solutions must be found to optimize the material for civil engineering. The invention of glulam by Otto Hetzer in 1906 was a milestone for structural wood construction. Due to bonding, it was possible to improve the properties of the material significantly by grading and removing defects to apply the strength properties to full capacity.

Apart from wood, the adhesive is the second integral component. During Hetzer's time, one relied on high class casein adhesives made from acid milk casein, which was added with calcium compounds. This biological adhesive is interesting from an ecological view, however it is not resistant against moisture and therefore not capable of resisting delamination loads. Synthetic resins, such as phenol-resorcinol-formaldehyde (PRF) and melamine-urea-formaldehyde (MUF), which furthermore can be cost-effectively produced from petrochemical raw materials, quickly replaced biological adhesives and are currently the most used adhesives for the bonding of timber.

In the late 1980's, a new type of reactive adhesives based on polyurethane was developed and introduced on the local market. The polymerization of polyurethanes goes back to developments made by Otto Bayer in 1937. By using polyurethane as an one-component adhesive, isocyanateterminated polyurethane-prepolymers react with water from the substrate or the surrounding air humidity. Thus the system is completely different to water-based polycondensation adhesives

such as urea-, melamine- or phenol-resin in that they include water as a solvent and use an additive hardening component for curing at room temperature.

Even though one-component polyurethane (1C PUR) exhibits favorable characteristics, such as its ductile material behavior or its modifiability in terms of reactivity and viscosity, deficits existed regarding its thermal stability in comparison with PRF or MUF. In the past, the resistance of 1C PUR in a re situation has been doubted. As a result, research facilities, standardization organizations and the industry have strived towards developing new standards and test methods.

The developed tests partly require that the adhesive must perform equally or better than the bonded wood. 1C PUR adhesives, developed in the 1990's, were not able to pass these tests.

Knowledge regarding the thermal resistance of wood bonding with 1C PUR was limited and available publications on the topic were mostly based on commercially available adhesives without knowledge of the chemical composition. Due to this lack of suitable data, a research project by the adhesive producer Purbond in Switzerland and the raw material producer Bayer MaterialScience in Germany together with the Wood Physics Group of the Institute for Building Materials at ETH Zurich, was initiated to increase the state of knowledge of bonding with 1C PUR. Within this dissertation, basic investigations on the structure-property relationships of one-component moisture-curing adhesives under thermal load were initiated to create a basis for new developments by the adhesive producers.

About 10 years ago the majority view regarding the thermal stability of 1C PUR adhesives was as a disqualifying characteristic for its use in structural applications. Publications by different authors presented results of adhesive tests at elevated temperatures, which revealed deficits in the adhesive strength compared to polycondensation resins, such as PRF or MUF for example.

However, investigations within this thesis clearly showed that a one-sided view on this type of adhesive can not sufficiently answer the question if polyurethane adhesives in general are appropriate for use in structural applications at elevated temperatures. The differentiated view on prepolymers, which are the basis for the application oriented adhesives, reveals that as a result of the wide variety of PUR chemistry, a wide variety in the resulting properties is also possible.

By systematic modification of the hard segment content and the cross-linking of the prepolymers, the thermal stability could significantly be increased.

In the further formulation of the adhesives it could be shown that the use of selective types of inorganic and organic filler materials also significantly improved the thermal stability of 1C PUR adhesives. These findings were directly incorporated into the ongoing development of new products of the adhesive producers. The new standard for adhesive testing at elevated temperatures in the USA (ASTM D 7247, 2007), which requires a thermal stability of the adhesive that is higher than that of wood, close to its ignition temperature, was in fact a hurdle on which previous polyurethane systems failed. This thesis contributed to the development of a new generation of 1C PUR adhesives that are able to outperform the thermal stability of wood as measured by the aforementioned standard and pass the test.

From the scientific point of view the thesis provides findings in the special field of 1C PUR adhesives for structural applications of engineered wood products that have not been previously published and therefore extends the knowledge of adhesives directly. Furthermore, results of previous publications have been partly reconfirmed, however, some generalized statements regarding the thermal stability of 1C PUR adhesives have been disproved or revised. The close collaboration between the raw material producer Bayer MaterialScience, the adhesive producer Purbond and the wood physics group at ETH has enabled a scientific process that otherwise would hardly be possible.

From these perspectives, the thesis provided a valuable contribution to the development of 1C PUR adhesive for structural applications on the one hand and to the wider usage of the natural resource of wood on the other.



ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО И ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

УДК 630.232.315.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОМПЛЕКСНОЙ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ЛЕСНЫХ СЕМЯН

Г.Н. Вахнина,канд. техн. наук, ассистент, ФГОБУ ВПО «ВГЛТА», г. Воронеж, РФ
galina_vahnina@mail.ru

Предлагаются технические средства комплексной предпосевной обработки лесных семян, позволяющие проводить ряд технологических операций одновременно и с полным отказом от энергозатрат.

Одним из важных и проблемных направлений развития лесного комплекса является искусственное лесовосстановление [4]. В связи с этим востребованы исследования по совершенствованию технологий и технических средств, занятых при возобновлении вырубленных или погибших лесных насаждений. Искусственное лесовосстановление невозможно без наличия достаточного количества подготовленных лесных семян. Актуальность приобретают разработки по модернизации и обновлению технологического парка предпосевной обработки семян.

В состав известных технических средств предпосевной обработки лесных семян входят (рис. 1): семеочистительные машины, сортировальные устройства, скарификаторы, стратификаторы, установки для обработки электрическим полем, установки для обработки магнитным полем, установки для обработки стимуляторами роста и пр.

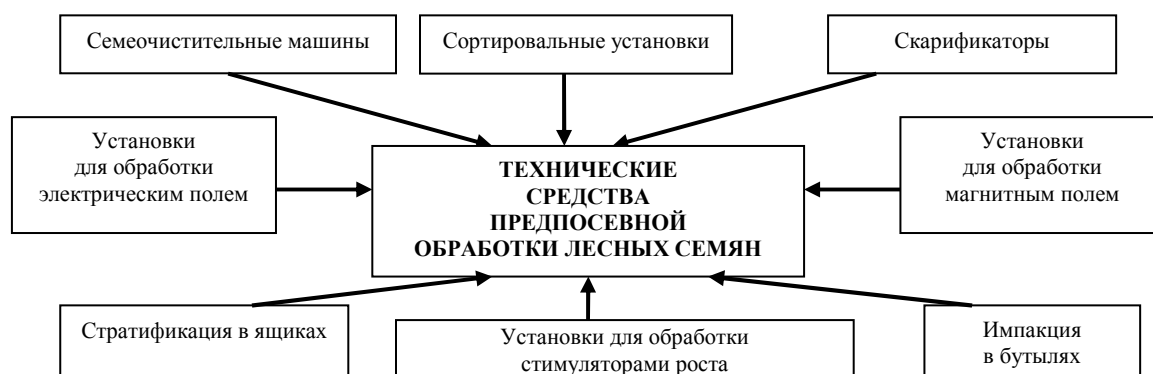


Рис. 1. Структурная схема технических средств предпосевной обработки лесных семян

Общими недостатками перечисленных средств механизации являются зависимость от источника питания (электроэнергии), сложность конструкций, высокая стоимость самих машин, выполняющих отдельные предпосевные операции, либо явная примитивность, хотя и достаточно эффективная, для наших дней (импакция в бутылках).

В целом анализ отечественной и зарубежной патентной литературы позволяет сделать вывод о том, что технических средств предпосевной обработки лесных семян очень мало [1].

Таким образом, совершенствование существующих технических средств предпосевной обработки лесных семян и создание новых продиктовано насущной необходимостью. Важным и актуальным моментов при этом является максимальное энергосбережение [3].

Нами исследуется возможность создания устройств, которые способствовали бы ориентации семян с учетом направлений сторон света, магнитных полюсов и могли бы способствовать движению семян, благоприятно влияющему на дальнейшее прорастание. Мы считаем, что такими устройствами могут быть усовершенствованные классификаторы [2].

Изучение существующих отечественных и зарубежных устройств и машин для обработки материалов способствовало разработке конструкций классификаторов (рис. 2): конусный классификатор (подана заявка на изобретение № 2011140912, дата приоритета 07.10.2011), магнитный классификатор и пирамидальный классификатор.

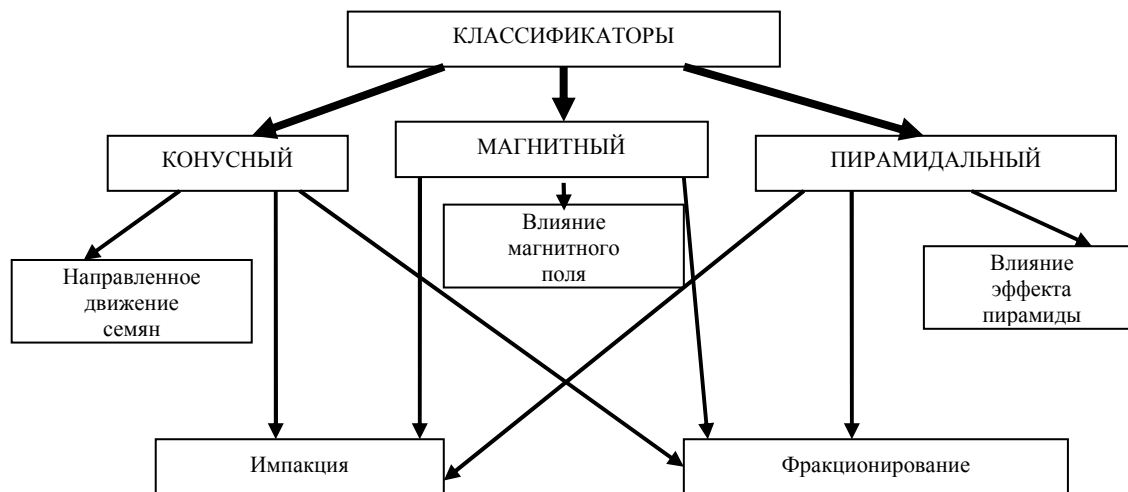


Рис. 2. Функциональная схема предлагаемых классификаторов

Общими элементами всех классификаторов являются: корпус с плоскими решетками, имеющими круглые пробивные отверстия, каркас с горизонтальным элементом, имеющим возможность вертикального перемещения. Форма корпуса и каркаса индивидуальна для каждого классификатора. Так же имеются другие существенные отличия, определяемые теми технологическими операциями, которые реализует конкретный классификатор.

Все классификаторы, имея существенные конструктивные отличия, объединяет работа по ресурсосберегающей технологии [2]. Предлагаемые конструкции классификаторов являются ресурсосберегающими и экологическими установками, применение которых позволяет отказаться от электроэнергии, обеспечит высокий уровень фракционирования, снизит себестоимость данного процесса, а так же будет способствовать повышению всхожести семян.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вахнина Г.Н. Повышение эффективности процесса сортирования семян хвойных пород на плоско-решетном сепараторе: дис. ... канд. техн. Наук / Г.Н. Вахнина. – Воронеж, 2011. – 247 с.
2. Vakhnina, G. N. Increasing of Germinating Ability of Seeds Revisited / Vakhnina G. N, Borovikov R. G. // Леса России в XXI веке: Материалы седьмой международной научно-практической интернет-конференции. Июль 2011 г. / под ред. авторов; Фед. агентство по образованию ГОУ ВПО «Санкт-Петербургская лесотехническая академия им. С.М.Кирова». – Санкт-Петербург, 2011. – С. 114–117.
3. Государственная программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ceskom.ru/files/normativ/energosafe/energosafe_program.pdf.
4. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года / УТВЕРЖДЕНА приказом Минпромторга России и Минсельхоза России от «30» октября 2008г. № 248/482. – М., 2008. Режим доступа: <http://www.nacles.ru/poleznaja-informacija/strategii/strategija-razvitija-lpk-rossii-na>

УДК 630.37

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ТРАССИРОВАНИЯ ТРЕЛЕВОЧНЫХ ВОЛОКОВ С УЧЕТОМ ПОВОРОТОВ ТРАКТОРА

И.В. Григорьев,

аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

А.М. Хахина,

аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

М.Е. Рудов

докт. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

tlzp@inbox.ru

В статье рассмотрен вопрос оптимизации сети трелевочных волоков в различных природно-производственных условиях разработки лесосеки, и влияния схемы размещения волоков на повороты трелевочного трактора.

При выборе схемы размещения волоков необходимо учитывать значительное число факторов. Достаточно часто при разработке лесосек приходится использовать гибридную схему – состоящую из

нескольких стандартных. Это почти всегда приходится делать, если лесосека включает в себя несколько выделов.

При разработке лесосек на заболоченных и переувлажненных почвогрунтах, почти всегда требуется разработка индивидуальной схемы расположения волоков [1].

Учеными Лесоинженерного факультета СПбГЛТУ предложена оригинальная методика трассирования путей первичного транспорта леса [2], суть которой заключается в следующем: выдел с некоторым запасом q_i леса на гектаре может иметь произвольную форму площади S_i . Но какой бы ни была форма выдела на ней всегда можно найти центр запаса леса (ЦЗЛ), по аналогии с центром тяжести плоской фигуры одинаковой плотности. По первой карте можно определить координаты ЦЗЛ (x_i ; y_i), как это показано на рис. 1, на котором цветом выделены труднопроходимые участки. Если площадь выдела оказывается слишком большой или форма площади слишком сложной, ее следует произвольно разбить на части, размером, например, в площадь зоны набора одной пачки, и определить ЦЗЛ каждой части и координаты на карте. Тогда координаты ЦЗЛ всего выдела можно вычислить по формулам:

$$x_i = \frac{q_i(S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_nx_n)}{q_1 + q_2 + \dots + q_n}; \quad y_i = \frac{q_i(S_1y_1 + S_2y_2 + \dots + S_ny_n)}{q_1 + q_2 + \dots + q_n}, \quad (1)$$

где n – число частей разбитой площади выдела;

$S_n, (x_n, y_n)$ – площади и координаты i -го выдела.

В общем виде для нескольких выделов можно записать:

$$x_{Ц} = \frac{\sum_{i=1}^Z q_i S_i x_i}{\sum_{i=1}^Z q_i}; \quad y_{Ц} = \frac{\sum_{i=1}^Z q_i S_i y_i}{\sum_{i=1}^Z q_i}. \quad (2)$$

В тех случаях, когда по тем или иным причинам волока невозможно или крайне нецелесообразно провести по ЦЗЛ двух выделов, а приходится проложить его между двумя соседними, то координаты точки условно сдвоенного выдела состоящего из двух разных по площади и запасу леса можно вычислить как:

$$x_C = \frac{q_1 S_1 x_1 + q_2 S_2 x_2}{q_1 S_1 + q_2 S_2}; \quad y_C = \frac{q_1 S_1 y_1 + q_2 S_2 y_2}{q_1 S_1 + q_2 S_2}. \quad (3)$$

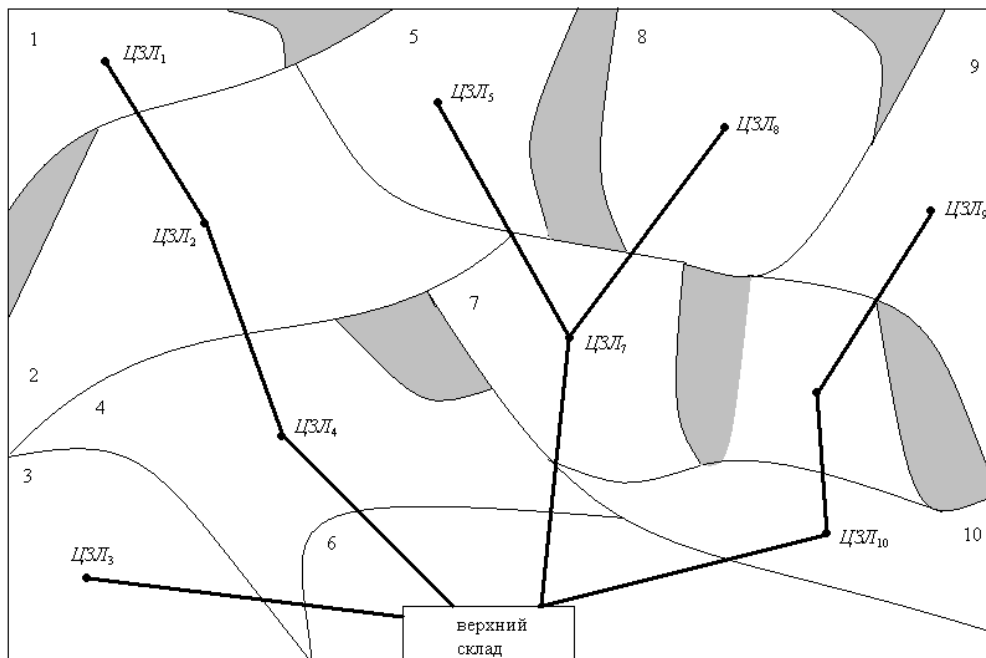


Рис. 1. Разбиение лесосеки на элементарные участки

Трасса волоков от одного ЦЗЛ до условно сдвоенного ЦЗЛ двух выделов оказывается сопряженной, однако спрямление волоков может оказаться невозможным по рельефу и почвенно-грунтовым условиям.

На рис. 2 и 3 показаны схемы расположения трелевочных волоков, соответственно рассчитанные по предлагаемой методике и при стандартной параллельной схеме размещения. Как видно учет, выделенных цветом, труднопроходимых участков и неэксплуатационных площадей позволяет располагать

трелевочные волокна таким образом, что они их не пересекают, что соответственно снижает энергоёмкость процесса трелевки. При использовании стандартной схемы расположения волоков (рис. 2) волокна часто пересекают труднопроходимые участки, что приводит к увеличению затрат на саму трелевку, а также на подготовительные и вспомогательные работы.

Таким образом, объёмно-координатный способ в сочетании с рельефными и почвенно-грунтовыми ограничениями позволит вполне обоснованно составлять схемы расположения волоков на лесосеке и тем самым свести к минимально-возможным энергетические и материальные затраты на трелевке хлыстов и деревьев, а также ухудшение лесорастительных условий за счёт снижения суммарного уплотняющего воздействия трелевочных систем на почвогрунты лесосеки [2].

Однако это утверждение нельзя признать полностью корректным, поскольку, как видно из рис. 2 и 3 при разработке лесосек по предлагаемой схеме число маневров трактора будет существенно больше, что в рассматриваемых работах учтено не было.

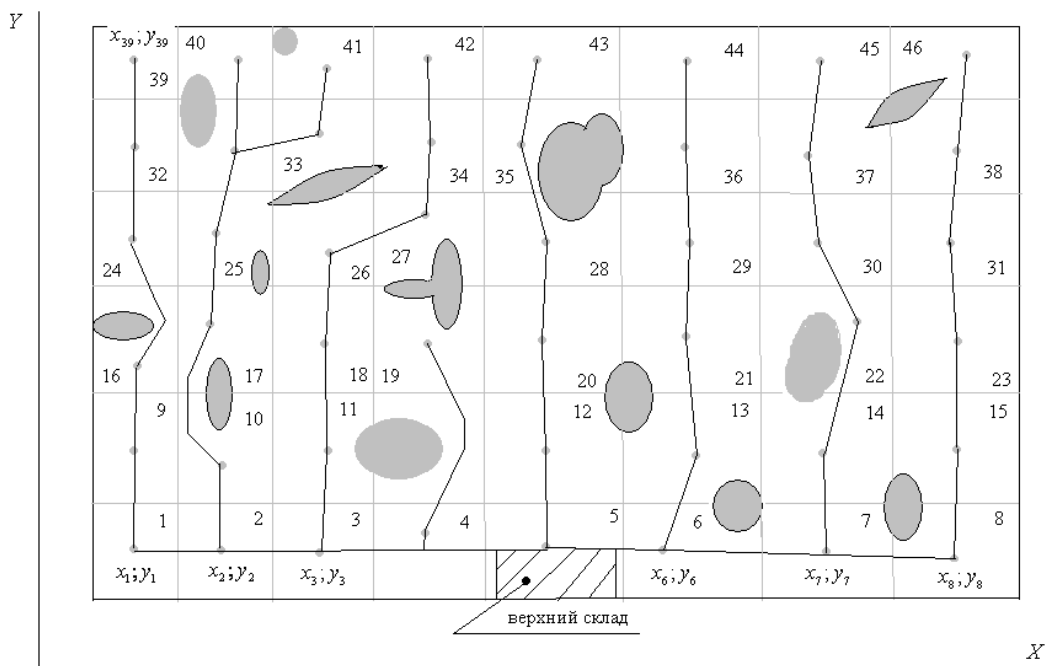


Рис. 2. Схема расположения трелевочных волоков по предлагаемой методике расчета (цветом выделены труднопроходимые участки и не эксплуатационные площади)

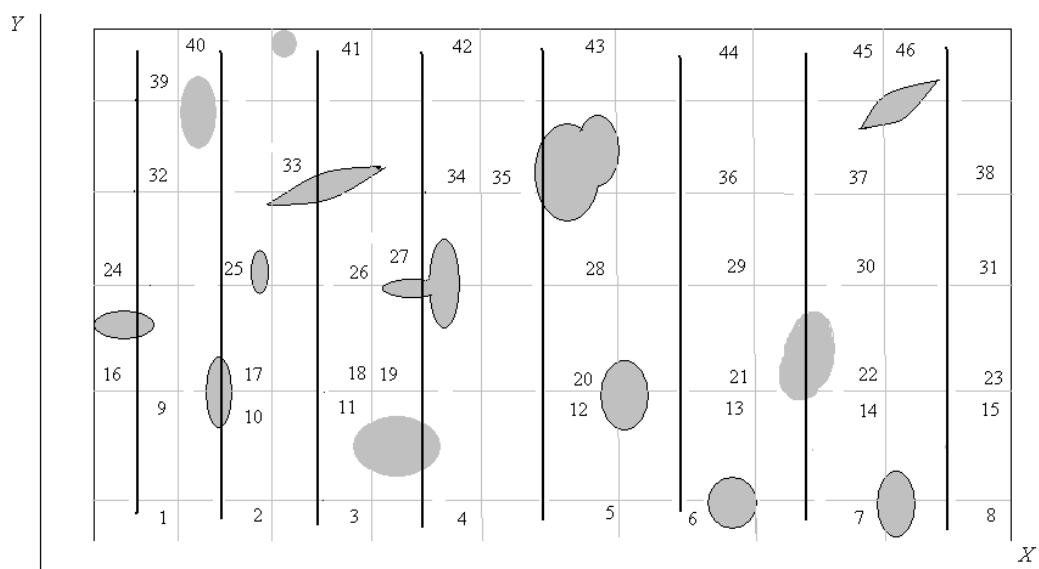


Рис. 3. Параллельная схема расположения волоков

Вместе с тем, установлено, что угол поворота трелевочной системы оказывает существенное влияние на процесс циклического уплотнения грунта. При этом трелевка по мягким и податливым грунтам требует соответствующей корректировки размеров защитных зон [3]. Возникающие в боковых полосах трелевочного волокна касательные напряжения при повороте трелевочной системы даже до 15° достигают 10% и более от начального вертикального давления трактора на почву. При повороте трелевочной системы на $\theta = 25^\circ$ на почвогрунтах низкой несущей способности величина относительного

уплотнения почвогрунта боковой поверхности волока волочащейся комлевой частью пачки достигает 33%, что соизмеримо со значением вертикального уплотнения после второго цикла прохода трелевочной системы. При повороте трелевочной системы от 0 до 25° величина дополнительного уплотнения почвогрунта в боковых полосах трелевочного волока составляет не менее 15% от основного, а время нагружения почвогрунта боковых полос трелевочного волока от касательных напряжений, возникающих при углах поворота трелевочной системы от 0 до 45°, соизмеримо со временем разгрузки [4]. Это позволяет производить оценку влияния цикличности нагружения на уплотнение почвогрунта лесосеки от поворотов трелевочного трактора, а ее результаты необходимо учитывать при принятии организационно-технологических решений по схеме разработки лесосеки исходя из требований минимизации экологического ущерба.

Следовательно, для повышения экологической эффективности технологического процесса лесосечных работ и снижения уплотнения лесных почвогрунтов в боковых полосах трелевочных волоков, в рассмотренную методику трассирования трелевочных волоков необходимо ввести ограничения по значению угла поворота трелевочной системы и их количеству, исходя из запаса древесины, тяготеющей к волоку, и расчетного объема трелеваемой пачки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цыгарова М.В. Повышение эффективности освоения лесосек с переувлажненными грунтами путем обоснования рациональной технологии (в условиях Республики Коми): дис. ... канд. техн. наук / Цыгарова М.В. – СПб.: 1998. – 208 с.
2. Средооадающие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации / И.В. Григорьев, А.И. Жукова, О.И. Григорьева, А.В. Иванов. – СПб.: Изд-во ЛТА, 2008. – 176 с.
3. Моделирование уплотнения почвогрунта в боковых полосах трелевочного волока с учетом изменчивости трассы движения / В.Я. Шапиро, И.В. Григорьев, Д.В. Лепилин, А.И. Жукова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2010. – № 6. – С. 61–64.
4. Лепилин Д.В. Оценка влияния поворотов трелевочного трактора на уплотнение почвогрунтов лесосеки: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Лепилин Д.В. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. – 20 с.

УДК 630.36

НОВЫЙ КОРПУС ДИСКОВОГО ПЛУГА

С. В. Зимарин,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ

Н.А. Сердюкова

ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ

serna224@mail.ru

В статье рассматривается конструкция нового корпуса дискового плуга предназначенного для основной обработки почвы на нераскорчеванных вырубках.

Основная обработка почвы является ответственной технологической операцией, связанной с лесовосстановлением. Качество ее выполнения в значительной мере определяет величину материальных и трудовых затрат на все последующие лесохозяйственные операции по созданию лесных культур на вырубках. В настоящее время на лесных площадях выполняют частичную обработку почвы в виде нарезки плужных борозд или создание микроповышений в зонах с избыточным увлажнением, это позволяет исключить такие энергоемкие операции как корчевка пней, удаление нежелательной древесно-кустарниковой растительности и т.п. При этом подрезанный почвенный пласт должен быть полностью обернут и уложен рядом с бороздой, сохраняя вид ленты, что обеспечит закрытие сорной растительности.

Бороздную подготовку почвы на нераскорчеванных вырубках выполняют лемешными (ПКЛ-70, ПЛП-135 и др.) и дисковыми (ПЛД-1,2, ПДП-1,2 и др.) плугами. Лемешные плуги обеспечивают качественный оборот и сохранность пласта, но мало эффективны на нераскорчеванных вырубках, так как плохо преодолевают препятствия в виде пней, корней порубочных остатков, при встрече с ними испытывают большие ударные нагрузки закориваются, что приводит к выходу их из строя. В свою очередь дисковые плуги имеют высокую проходимость и надежность работы на лесных площадях. Это связано с тем, что рабочим органом дискового плуга является свободно установленный сферический диск, который вращаясь вокруг своей оси способен преодолевать встречающиеся препятствия путем перекачивания через них. Однако при этом подрезанный диском почвенный пласт беспрепятственно высоко поднимается по его рабочей поверхности, затем разрушается на отдельные куски и хаотически падает

вниз. Так на сильно и средне-связанных почвах 15–25% пластов заваливается в борозду, а около 10% пластов оказывается недообернуто.

Проведенные П.С. Нартовым исследования [1] показали, что невращающийся (заторможенный) сферический диск обеспечивает лучшую сохранность почвенного пласта, но при этом снижается способность диска преодолевать высокие препятствия, встречающиеся же в почве препятствия (корни и т.п.) такой диск преодолевает путем наползания на них.

Исследования также показали, что вращающиеся и заторможенные сферические диски ни при каких своих конструктивно-технологических параметрах (диаметр и радиус кривизны диска, угол атаки и наклона к вертикали и т.д.) не обеспечивают требуемого оборота и сохранности пласта.

Для полного оборота пласта на диски необходимо устанавливать отвалы лемешного типа. При этом технически невозможно реализовать плотное прижатие отвала к поверхности вращающегося диска, что приводит к забиванию щели между отвалом и диском сорной растительностью и снижению качества обработки почвы.

Разработанный нами дисковой корпус плуга (патент на изобретение №2152701) содержащий свободно установленный на оси посредством спиц вращающийся сферический диск, к поверхности которого плотно прижат отвал лемешного типа.

Данная конструкция дискового корпуса плуга сочетает в себе достоинства вращающегося диска по преодолению встречных препятствий и заторможенного диска с жестко прикрепленным к нему отвалом в плане обеспечения требуемого оборота пласта, но и она имеет недостатки, так при работе на вырубках порубочные остатки и сорная растительность попадают между спицами и заторможенным диском, а также в щель между вращающимся и заторможенным диском, что приводит к остановке агрегата и чистки рабочих органов, а следовательно к снижению эффективности работы. Кроме того, одновременное движение пласта по поверхностям вращающегося и заторможенного диска приводит к его деформации и разрушению, что снижает сохранность пласта.

Проведенные аналитические исследования позволили нам предложить новую конструкцию дискового корпуса плуга (патент на изобретение №2253206), позволяющую обеспечить требуемое качество оборота и укладки пласта, а также высокую проходимость орудия на нераскарчеванных вырубках. Такой дисковый корпус плуга содержит стойку, в ступице которой свободно на оси установлен сферический диск. К сферическому диску жестко прикреплен отвал лемешного типа. При этом сферический диск заторможен посредством состоящего из упорного диска, фиксатора с роликом и пружины фиксирующего механизма.

Дисковый корпус плуга работает следующим образом. При движении орудия заторможенный сферический диск подрезает почвенный пласт, который плавно поднимается сначала на поверхности сферического диска, далее по поверхности отвала, при этом почвенный пласт полностью оборачивается и укладывается рядом с бороздой в виде сплошной ленты, сохраняя свою целостность. При встрече сферического диска с препятствием возникающий на оси момент вращения преодолевает силу сжатия пружины фиксирующегося механизма. Пружина растягивается и выводит из зацепления с упорным диском фиксатор. При этом ролик фиксатора перемещается по поверхности упорного диска, а сферический диск начинает свободно вращаться вместе с осью в ступице стойки и преодолевает препятствие путем перекатывания через него. Перекатившись, сферический диск тормозится вследствие сцепления фиксатора с упорным диском.

При этом закрепленный на сферическом диске отвал должен иметь возможность регулировки своего положения по высоте для обеспечения качественной обработки почвы при различных технологических режимах работы (глубина обработки, тип почвы и т.д.) дискового корпуса плуга.

Для этого предлагается закрепить отвала 1 на консольных стойках 2, которые установлены в направляющей 3. Направляющая 3 жестко крепится на сферическом диске 4. Вовремя регулировки положения отвала по высоте консольные стойки 2 перемещают в пазах 5 с последующей фиксацией гайками 6 (рис. 1).

При движении в почве на диск действует тяговая составляющая $R_x \cos \alpha$ (α – угол атаки), лежащая в плоскости вращения диска, пытающаяся прокрутить его (рис. 2).

С целью обоснования параметров отвала проведем аналитические исследования, рассмотрим рис. 2. Исходя из геометрических параметров диска, найдем высоту установки отвала (H) и длину его нижней кромки (L):

$$H = atg\gamma\sqrt{\frac{D}{a}-1}, \quad (1)$$

$$L = a \left(1 + tg\gamma\sqrt{\frac{D}{a}-1} \right) \sqrt{1 - \frac{D}{a \left(1 + tg\gamma\sqrt{\frac{D}{a}-1} \right)}}. \quad (2)$$

где γ – угол наползания пласта на диск, то есть угол между линией поверхности пласта и линией движения пласта (с небольшой погрешностью эту линию можно считать прямой). Угол наползания увеличивается с ростом глубины обработки, угла атаки, кривизны рабочей поверхности диска и скорости движения агрегата [1].

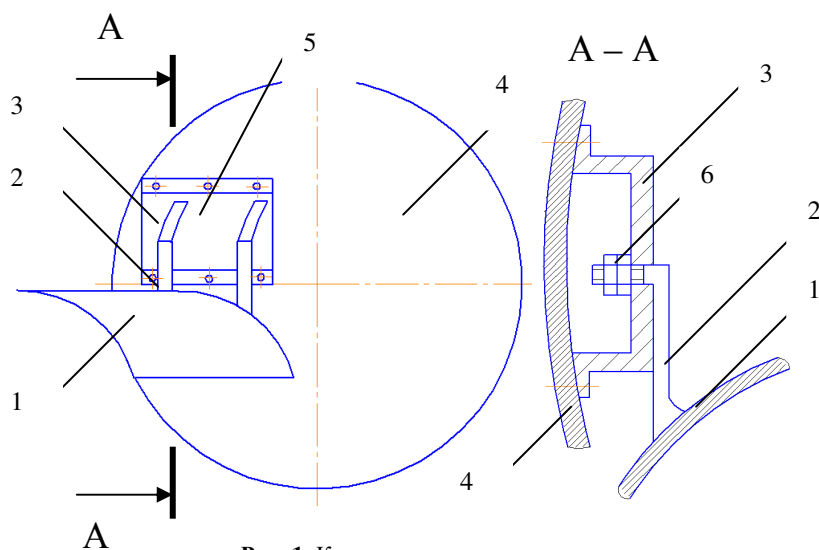


Рис. 1. Корпус дискового плуга

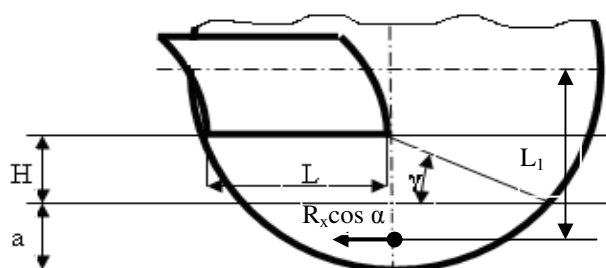


Рис. 2. Параметры отвала

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия / Нартов П.С. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. – 181 с.

УДК 630.367

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РАБОТЕ КОРЧЕВАЛЬНЫХ МАШИН

М.В. Коломинава,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО УГТУ, г. Ухта, РФ.
mk1108@mail.ru

В статье рассматривается методика расчета производительности и удельных энергозатрат одного из способов искусственного лесовосстановления – корчевки пней.

На территории Республики Коми лесозаготовительные работы ведутся преимущественно сплошнолесосечным способом, что обусловило необходимость проведения адекватных лесовосстановительных работ. Из мероприятий по искусственному лесовосстановлению важная роль принадлежит выращиванию посадочного материала в питомниках. Но необходимо также обратить внимание на такие мероприятия по созданию лесных культур, проводимые непосредственно на лесосеках, как корчевка пней, вычесывание корней, планировка площади.

Мероприятия по корчевке пней в полосах прохода почвообрабатывающей техники и понижение высоты пней в межполосном пространстве, необходимое для проезда трактора во время проведения агротехнических уходов, являются весьма дорогостоящими мероприятиями и должны значительно удорожать общую стоимость создаваемых лесных культур. Однако, как раз благодаря им возникает возможность комплексной механизации работ, что значительно сокращает затраты ручного труда и удешевляет производство. Кроме того, приживаемость культур, посаженных в плужный пласт на раскорчеванной полосе, намного выше, чем при посадке по целине или в пласт плуга, созданный без

корчевки площади. Дело в том, что корчевка тормозит разрастание напочвенного покрова. Плужный пласт создает благоприятные условия для роста семян, одновременно препятствуя появлению травянистого покрова, т.к. на поверхность выносятся минеральный горизонт, а корни семян заглубляются в более питательный слой почвы. Поэтому при создании культур растут затраты на посадочный материал, и опять же увеличивается доля ручного труда [2].

Корчевальная машина КМ-1А предназначена для полосной расчистки вырубок от пней, валежника, крупных порубочных остатков и камней при подготовке площадей под лесные культуры. Агрегируется она с тракторами ЛХТ-55, ЛХТ-100. Наибольший диаметр корчующих пней до 60 см, заглубление корчевальных зубьев до 40 см, ширина захвата корчевальной машины по внешним концам отвалов 2,3 м, по зубьям – 0,7 м, масса – 1050 кг, производительность за 1 час основного времени при корчевке пней – 30...60 шт., при полосной расчистке – 0,15...0,3 га.

Машина для расчистки полос МРП-2 предназначена для расчистки вырубок с минимальным удалением верхнего гумусового слоя почвы путем смещения в межполосное пространство порубочных остатков, валежника, мелкотоварной древесины, с одновременной корчевкой пней диаметром до 24 см. Агрегируется машина с тракторами ТДТ-55А и ЛХТ-55. В отличие от машины КМ-1А рабочий орган МРП-2 выполнен в виде компактного мощного отвала, имеющего форму двустороннего клина с корчевальным устройством в его вершине. При движении по вырубке машина раздвигает отвалом порубочные остатки в стороны, разрывает корчевальными зубьями древесные корни по центру (на ширине 0,8...1,0 м) расчищаемой полосы. Мелкие пни диаметром 16...18 см выкорчевываются толкающим усилием трактора, а более крупные (до 24 см) – с использованием корчевального устройства. Ширина расчищаемых полос 2...2,3 м, производительность машины за 1 час основного времени (с корчевкой пней) до 1,2 км, масса – 1200 кг [3].

Расчетная часовая производительность корчевальных машин и корчевателей по обработанной площади в гектарах определяется по формуле

$$P_p = 0,36Bv\varphi_2, \quad (1)$$

где B – ширина захвата, м;

v – скорость передвижения машины, м/с;

φ_2 – коэффициент, учитывающий использование скорости, в зависимости от вида работ и почвенных условий, $\varphi_2 = 0,6...0,8$, принимаем $\varphi_2 = 0,7$.

Все расчеты по определению затрат энергии процесса корчевки пней, кВт·ч/га, в зависимости от среднего диаметра удаляемых пней, м, для разных древесных пород сведен в таблицу 1. Рассчитываем производительность для корчевальных машин при скорости машины равной 2...4,3 км/ч (0,56...1,19 м/с).

Таблица 1

Производительность процесса корчевки пней

Марка машины	Производительность корчевальных машин, га/час, при скорости передвижения машины, м/с				
	0,56	0,69	0,83	0,97	1,19
МРП-2А	0,35	0,44	0,53	0,61	0,75
КМ-1А	0,11	0,14	0,16	0,19	0,24

В условиях перехода лесозаготовительной промышленности на методы хозяйствования, способствующие улучшению экологии окружающей среды, на разных фазах технологического процесса особенно важно учитывать энергетические критерии применяемой техники. Поэтому энергозатраты на выполнение любой операции лесосечных или нижнескладских работ являются важным показателем эффективности технологических процессов лесозаготовок. Теоретические основы расчета энергетических показателей были разработаны проф. В.Г. Кочегаровым [1].

Энергозатраты процесса корчевки пней корчевальными лесными машинами типа КМ-1А, МРП-2 можно определить по формуле

$$g_{корч} = g_v + g_p + g_x + g_{p.o}, \quad (2)$$

где обозначены затраты энергии на выполнение следующих операций, кВт·ч/га:

g_v – выдергивания (извлечения) пня;

g_p – движения машины во время работы;

g_x – холостые движения машины;

$g_{p.o}$ – движения рабочих органов машины.

$$g_v = 9,8Cn_1q\sqrt{d^3}v_v \frac{v_1}{\eta_{0.1}\eta_{1.1}}, \quad (3)$$

$$g_p + g_x = C \frac{10^4}{\Delta} gm_m \varphi_m \frac{K_0 v_k}{\eta_k} (1 + m_1), \quad (4)$$

$$g_{p.o} = Cn_1 A_d \frac{v_2}{\eta_{0.2} \eta_{1.2}}, \quad (5)$$

где $C=1/3600$ – переводной коэффициент;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

v_a – скорость выдергивания (извлечения) пня, м/с;

n_1 – число пней, извлекаемых выдергиванием, на 1 га, шт./га;

q – опытный коэффициент, зависящий от породы дерева: для сосны – 70, для березы и пихты – 60, для осины – 50;

d – средний диаметр выдергиваемого пня, м;

v_i и v_k – соответственно коэффициент увеличения затрат энергии от непроизводительных движений соответствующих рабочих устройств и самой машины;

$\eta_{0.i}$ – КПД устройств, передающих энергию к соответствующим рабочим органам машины;

$\eta_{1.i}$ – КПД соответствующих рабочих органов машины;

η_k – КПД передачи от двигателя к рабочему органу корчевальной машины;

K_0 – коэффициент, учитывающий увеличение пути движения машины по отношению к расчетному;

m_1 – отношение пути, проходимого машиной на холостом ходу, к таковому при выполнении технологической работы;

A_d – затраты энергии на доставку рабочих органов к пню и установку в транспортное положение, кДж;

ψ_m – коэффициент сопротивления движению корчевальной машины с учетом сдвигания пней;

m_m – масса машины, т;

Δ – ширина разрабатываемой ленты, м.

Все расчеты по определению затрат энергии процесса корчевки пней, кВт·ч/га, в зависимости от среднего диаметра удаляемых пней, м, для разных древесных пород сведен в таблицу 2.

Таблица 2

Удельные энергозатраты при работе корчевальных машин

Порода	Затраты энергии процесса корчевки пней, кВт·ч/га, при среднем диаметре выдергиваемых пней, м				
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Сосна	3,715	2,994	2,599	2,360	2,191
Береза и пихта	3,657	2,943	2,552	2,313	2,150
Осина	3,600	2,892	2,505	2,269	2,109

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочегаров В.Г. Технология и машины лесосечных работ / В.Г. Кочегаров, Ю.А. Бит, В.Н. Меньшиков. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 392 с.
2. Степанова О.П. Эффективность использования современных способов обработки почвы в лесокультурном производстве / О.П. Степанова, Д.С. Бурцев // Материалы XI Международной научно-технической конференции «Лес-2010». – Брянск: БГИТА, 2010.
3. Ширнин Ю.А. Процессы и оборудование для лесосечных работ / Ю.А. Ширнин. – М.: МГУЛеса, 2003. – 442 с.

УДК 630.362

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ С ВЕЛИЧИНОЙ ОТКЛОНЕНИЯ ПОЛОТНА КРУГЛОЙ ПИЛЫ

Е.Ю. Кузнецов,

аспирант, ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

kuzeu@mail.ru

Статья посвящена проблеме повышения точности пиления древесины круглыми пилами. Разработаны математические зависимости параметров системы управления электромагнитной направляющей от величины отклонения круглой пилы. Представлена методика определения этих параметров.

В процессе пиления древесины на круглую пилу действуют боковые силы вызванные неравномерностью нагрева, усилиями резания, погрешностями в настройке станка. При этом круглая пила отклоняется от плоскости вращения, теряет устойчивость, что отражается на снижении точности пиления древесины.

Наиболее эффективным средством повышения точности пиления являются направляющие [1].

Нами разработана конструкция электромагнитной направляющей, где снижение отклонения пилы достигается электромагнитным полем, возникающим в воздушном зазоре между пилой и элек-

тромагнитами, в зависимости от величины и направления её отклонения за счёт автоматической системы управления [2]. Однако отсутствуют зависимости между параметрами системы управления и величиной отклонения пилы.

Поэтому **целью работы** является определение взаимодействий параметров системы управления электромагнитной направляющей с величиной отклонения круглой пилы.

Решаемые задачи: определить зависимости между напряжением питания электромагнита U_{y1} и усилием притяжения круглой пилы F_{np} , напряжением датчика отклонения U и боковой силой Q , напряжением питания электромагнита U_{y1} и напряжением управления реле U_y , напряжением управления реле U_y и напряжением датчика отклонения U .

Система управления электромагнитной направляющей включает (рис. 1а): 1 – датчик отклонения пилы ИДА28-U-PNP; 2 – блок управления (устройство сбора данных Е14-140-М, ПК); 3 – реле GDH2538VD; 4 – автотрансформатор ЛАТР-1М; 5 – электромагнит ДКМ-020; 6 – круглая пила; 7 – цифровой вольтметр УТ-106.

Усилие притяжения полотна круглой пилы определяется по формуле [3]:

$$F_{np} = \frac{B^2 S}{2\mu_0 n_{\Pi}}, \quad (1)$$

где S – площадь поперечного сечения магнитопровода, m^2 ;

n_{Π} – количество полюсов электромагнита;

B – индукция электромагнитного поля, $Tл$.

Индукция электромагнитного поля, $Tл$:

$$B = \frac{IN}{\left(\frac{2h+l_n}{\mu_n} + \frac{l}{\mu_m} + \frac{2x}{\mu_0}\right)}, \quad (2)$$

где μ_m, μ_0, μ_n – магнитная проницаемость магнитопровода, воздуха, пилы, $Гн/м$;

l, l_n – длина магнитопровода и полотна пилы, находящегося в электромагнитном поле, $м$;

x – величина воздушного зазора, $м$;

I – сила тока, A ;

N – число витков в обмотке электромагнита.

Величина воздушного зазора, $м$:

$$x = [n](w + B' + A_T), \quad (3)$$

где $[n]$ – коэффициент запаса по точности;

w – отклонение пилы, $м$;

B' – величина развода зубьев пилы, $м$;

A_T – величина торцового биения, $м$.

Для определения зависимости напряжения питания электромагнита от усилия притяжения выразим силу тока в формуле (2) через напряжение питания электромагнита по закону Ома $I = U_{y1} / R$ (R – сопротивление обмотки электромагнита, Ом)

$$U_{y1} = B \frac{\left(\frac{2h+l_n}{\mu_n} + \frac{l}{\mu_m} + \frac{2x}{\mu_0}\right) R}{N}. \quad (4)$$

Выразим индукцию электромагнитного поля из формулы (1) и подставим её в выражение (4). После преобразований получим:

$$U_{y1} = \sqrt{\frac{F_{np} 2\mu_0 n_{\Pi}}{S}} \frac{\left(\frac{2h+l_n}{\mu_n} + \frac{l}{\mu_m} + \frac{2x}{\mu_0}\right) R}{N}. \quad (5)$$

Известна формула для определения боковой силы [4]:

$$Q = [P - Kw], \quad (6)$$

где P – боковая сила резания, H ;

K – сопротивление раскалыванию древесины, $H/м$.

Величина напряжения датчика отклонения $U(B)$ равна отклонению пилы w ($мм$), $U=w$. Поэтому выразив w из формулы (6), можно записать:

$$U = \frac{-P+Q}{K}. \quad (7)$$

Постоянные факторы: диаметр и толщина пилы $D = 0,56 \text{ м}$, $h = 0,0022 \text{ м}$; $B' = 0,0014 \text{ м}$; $A_T = 0,0005 \text{ м}$; $S = 0,006 \text{ м}^2$, $n_{II} = 3$; $\mu_M = 0,001256 \text{ Гн/м}$; $\mu_n = 0,0007536 \text{ Гн/м}$; $\mu_o = 0,0000004\pi \text{ Гн/м}$; $l = 0,275 \text{ м}$; $l_n = 0,085 \text{ м}$; $N = 800$; $R = 4,5 \text{ Ом}$; $[n] = 1,2$; $P = 4,4 \text{ Н}$; $K = -7200 \text{ Н/м}$ (для сосны, резание в тангентальной плоскости) [5].

Переменные факторы: отклонение пилы w , изменялось от 0 до 0,003 м через 0,001 м;

Выходные факторы: а) напряжение питания электромагнита U_{y1} ; б) напряжение датчика отклонения U ; в) напряжение управления реле U_y .

В результате расчёта по формулам (5)–(7) построены графики зависимости напряжения датчика отклонения и напряжения питания электромагнита от величины боковой силы (рис. 2а).

С целью определения зависимости между напряжением питания электромагнита U_{y1} и напряжением управления реле U_y была проведена серия опытов, в которых с помощью блока управления 2 (ПК и устройства сбора данных Е14-140-М) варьировалось напряжение управления реле 3, и посредством вольтметра 7 измерялась величина напряжения питания электромагнита 5 (рис. 1б). Диапазон варьирования напряжения составлял от 3,8 до 4,2 В, при шаге 0,005 В. На основании полученных данных, в программе TableCurve 2D 2.03 составлена регрессионная зависимость между напряжением питания электромагнита U_{y1} и напряжением управления реле U_y (Рис.2,б).

Уравнение регрессии имеет вид:

$$U_y = 3,67 + 0,173U_{y1}^{0,5}. \quad (8)$$

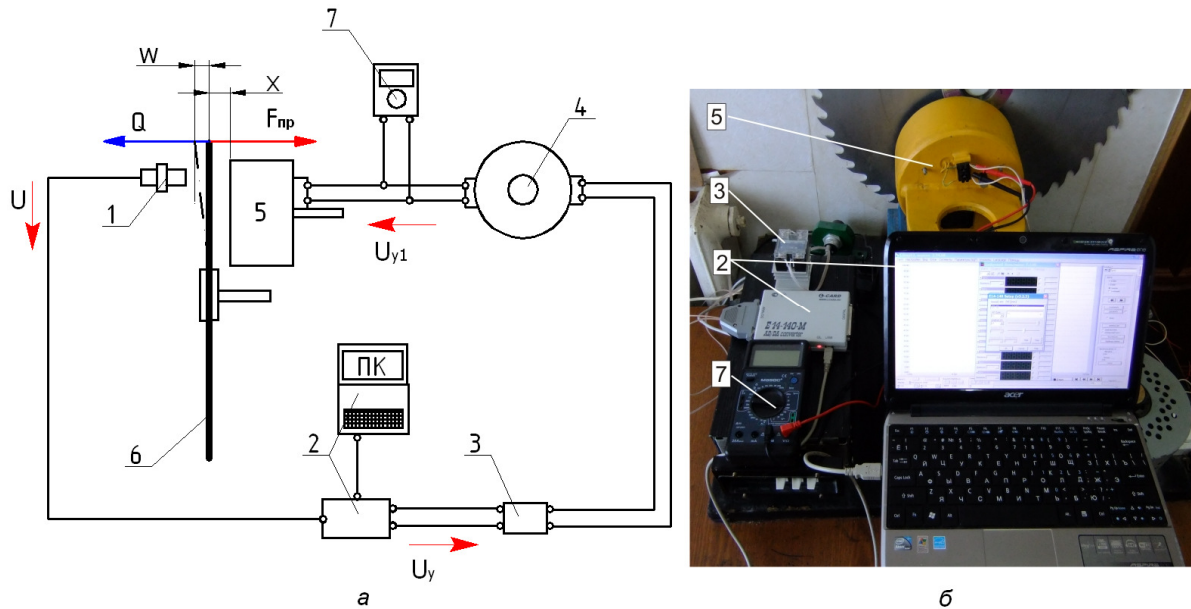


Рис. 1. Структурная схема системы САУ отжимной электромагнитной направляющей (а) и оборудование для определения зависимости напряжением питания электромагнита от напряжения управления реле (б)

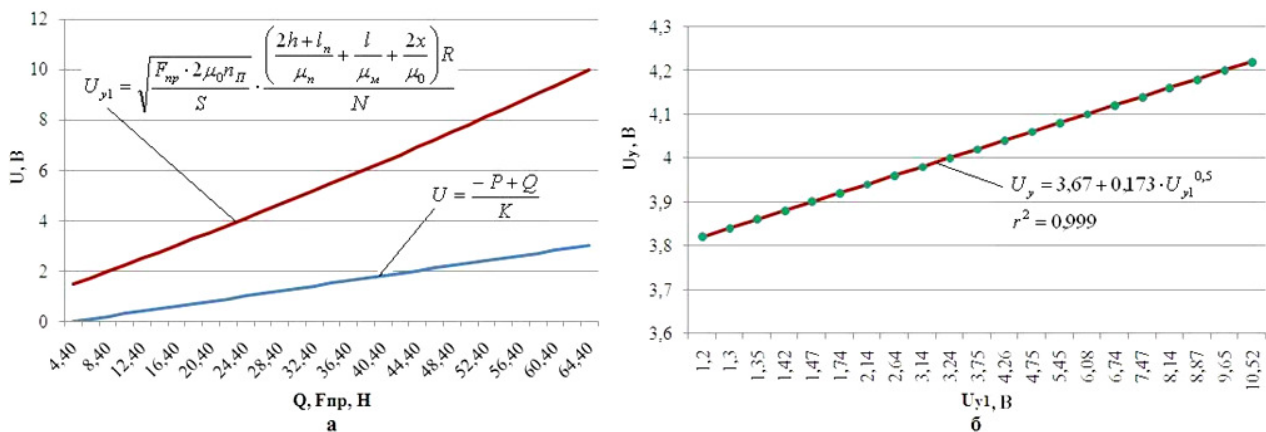


Рис. 2. Зависимость напряжения датчика отклонения и напряжения питания электромагнита от величины боковой силы (а) и напряжения питания электромагнита от напряжения управления реле (б)

Для разработки программного обеспечения электромагнитной направляющей необходимо знать зависимость между напряжением датчика отклонения U и напряжением управления реле U_y . С этой целью подставим в уравнение регрессии (8) уравнение (5), при условии $F_{np} = Q$, $x = [n](w + B^l + A)$, где $w = U$.

После преобразований уравнение регрессии (8) примет вид:

$$U_y = 3,67 + 0,173 \left[\sqrt{\frac{Q2\mu_0 n \Pi}{S} \left(\frac{2h + l_n}{\mu_n} + \frac{l}{\mu_m} + \frac{2[n](U + B^l + A)}{\mu_0} \right) R} \right]^{0,5}. \quad (9)$$

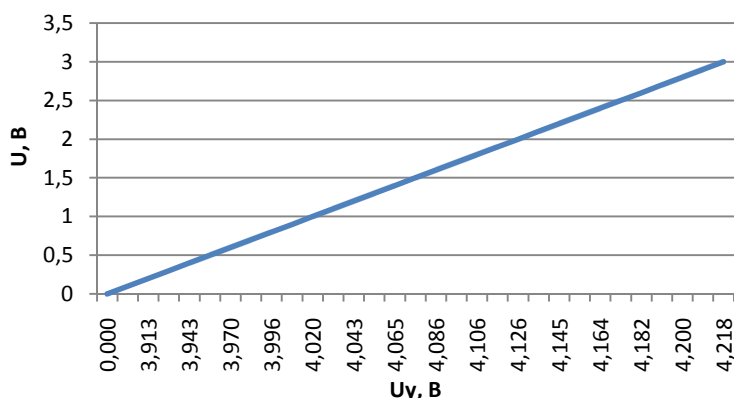


Рис. 3. Зависимость напряжения управления реле от напряжения датчика отклонения

Графическое отображение этой зависимости представлено на рис. 3.

Полученная зависимость (9) будет применена при разработке программного обеспечения для блока управления в системе автоматического управления электромагнитной направляющей. Она позволит управлять величиной напряжения питания электромагнита автоматически в зависимости от величины отклонения пилы.

Таким образом, в результате выполненной работы получены зависимости для определения пара-

метров системы управления электромагнитной направляющей от величины отклонения круглой пилы. Разработана методика определения этих параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стахийев, Ю.М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил / Ю.М. Стахийев. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 267 с.
2. Пат. 94898 Российская Федерация МПК В 27 В 13/10. Отжимная электромагнитная направляющая круглой пилы / Шарапов Е.С., Кузнецов Е.Ю.; заявитель и патентообладатель Шарапов Е.С., Кузнецов Е.Ю. – № 2010107641/22; заявл. 02.03.2010; опубл. 10.06.2010.
3. Торопов А.С. Обоснование параметров электромагнитной направляющей в круглопильных станках / А.С. Торопов, Е.С. Шарапов, Е.Ю. Кузнецов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2011. – №3(79). – С. 144–147.
4. Longxiang Yang. Supercritical speed response of circular saws: A thesis for the degree master of applied science, Department of Mechanical Engineering, The University of British Columbia, Vancouver, Canada, 30 of April, 1990.
5. Боровиков А.М. Справочник по древесине / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев – М.: Лесная промышленность, 1989. – 296 с.

УДК 630.383:630.375.4

ВЛИЯНИЕ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

В.Ю. Лисов,

Аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.
lisov-vladimir@yandex.ru

Цель данного исследования – определить, как изменится расход топлива гусеничного трактора ДТ-75 в зависимости от глубины колеи, получившейся в результате восьми проходов трактора по одному и тому же волоку.

Трелевочные машины [1] оказывают существенное уплотняющее воздействие на почву. Плотность почвы является ее основной, наиболее существенной характеристикой, от которой зависит весь комплекс физических условий в почве: водный, воздушный и тепловой режимы, а, следовательно, условия биологической деятельности.

После рубки леса происходят три различных вида уплотнений: физическое, вторичное и экологическое. Первые два вида уплотнения почвы происходят в колее. Физическое уплотнение – одномоментное, происходит во время непосредственного воздействия машин. Оно распространяется на глубину до 40–50 см и в стороны от волока до 20–40 см. Вторичное уплотнение происходит в колее в течение длительного (14–16 лет) периода, а естественное разуплотнение почв в колее длится около 50 лет. Экологическое уплотнение происходит в пасеке. Оно связано с удалением лесного полога, и не зависит от технологии заготовки и машин. Период разуплотнения почв в пасеке длится 25–30 лет.

На волоках с большим числом рейсов трактора уплотнение почвы очень заметно.

На влажных [3] почвах тракторы, особенно при многократных проходах по волоку, могут нарезать глубокую колею. В ней застаивается вода, вызывая амелиорацию отдельных лесных участков. Пропускимость машин по лесосекам определяется глубиной колеи, образующейся после многократных проходов машин по одному следу.

Известно [2], что глубина колеи, образуемая лесными машинами, зависит, в том числе, от величины вертикального давления движителя машины на почву. Существующие методики теоретического обоснования глубины колеи основаны на эмпирических зависимостях.

Исследования проводились в октябре 2011 г. на лесосеке находящейся в квартале № 95 Морозовского Военного лесничества во Всеволожском районе Ленинградской области. Лесосека разрабатывалась после ветровала. На момент проведения эксперимента она была полностью очищена от порубочных остатков.

Для многократных проходов гусеничного трактора ДТ-75 был выбран прямолинейный участок длиной 100 м. Трасса была разбита на пикеты через 25 м, в которых проводились измерения глубины колеи.

Для измерения расхода дизельного топлива использовался мерный цилиндр. На корпусе цилиндра нанесена шкала с ценой деления 50 миллилитров, в крышке цилиндра сделано отверстие для топливного шланга. Мерный цилиндр служил вместо топливного бака, устанавливался в кабине трактора. Глубина колеи измерялась линейкой, скорость с помощью секундомера. Трактор двигался на первой передаче. На основании полученных данных скорость трактора составила 3 км/ч (0,83 м/с).

Результаты эксперимента приведены в таблице 1. По данным эксперимента были построены график зависимости расхода топлива от числа проходов трактора, график зависимости глубины колеи от числа проходов трактора и график зависимости расхода топлива от глубины колеи (рис. 1–3). Также был взят образец почвы.

Таблица 1

Результаты эксперимента

№ прохода	Глубина колеи в измеряемой точке, мм					Время прохода, с	Количество топлива в начальной точке, мл	Количество топлива в конечной точке, мл	Количество затраченного дизельного топлива за один проход, мл
	1	2	3	4	5				
1	29	30	32	35	30	130	950	600	350
2	32	35	39	39	35	128	600	240	360
3	42	50	54	49	49	125	900	525	375
4	58	65	66	62	54	116	525	143	382
5	62	72	69	75	64	109	900	515	385
6	67	79	80	82	69	118	515	125	390
7	72	82	85	87	75	119	950	550	400
8	80	89	90	90	79	117	550	140	410

На основании полученных экспериментальных данных были сделаны следующие **ВЫВОДЫ**:

1. Глубина колеи увеличивается с каждым проходом трактора.

2. На суглинистой почве процесс образования колеи проходил в следующем порядке:

а) сдирание движителем малопрочной лесной подстилки, сопровождающееся выдавливанием содранной подстилки вверх и в стороны от движителя машины;

б) выравнивание и прикатывание движителем микроповышений подстилающего слоя почвы, сопровождающееся рыхлением его верхнего слоя грунтозацепами и перемешиванием с остатками содранной подстилки;

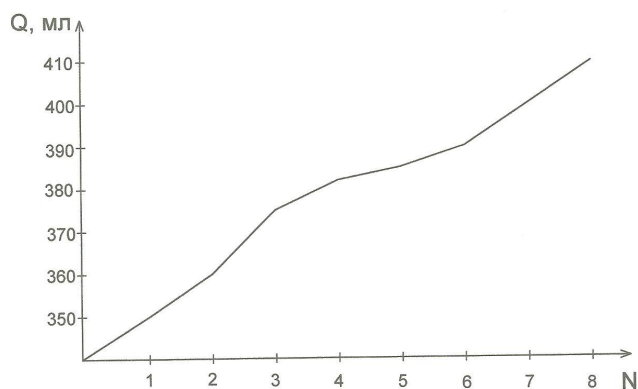
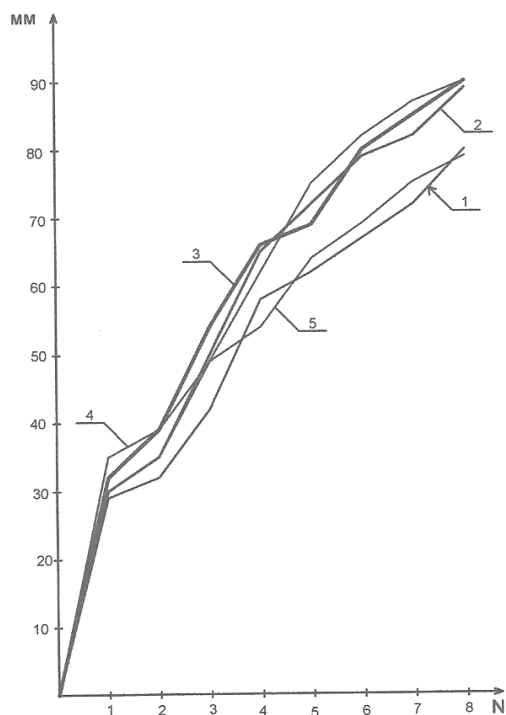


Рис. 1. Зависимость расхода дизельного топлива от числа проходов гусеничного трактора по одному волоку

в) Уплотнение подстилающего слоя почвы под действием вертикального давления при проходах машины. При этом грунтозацепы разрыхляют верхний слой и уплотняют нижележащие слои.

3. Расход дизельного топлива увеличивается с увеличением глубины колеи в среднем на 9 миллилитров за один проход трактора.



1 – первый пикет; 2 – второй пикет; 3 – третий пикет; 4 – четвёртый пикет; 5 – пятый пикет

Рис. 2. Зависимость глубины колеи от числа проходов гусеничного трактора по одному волоку

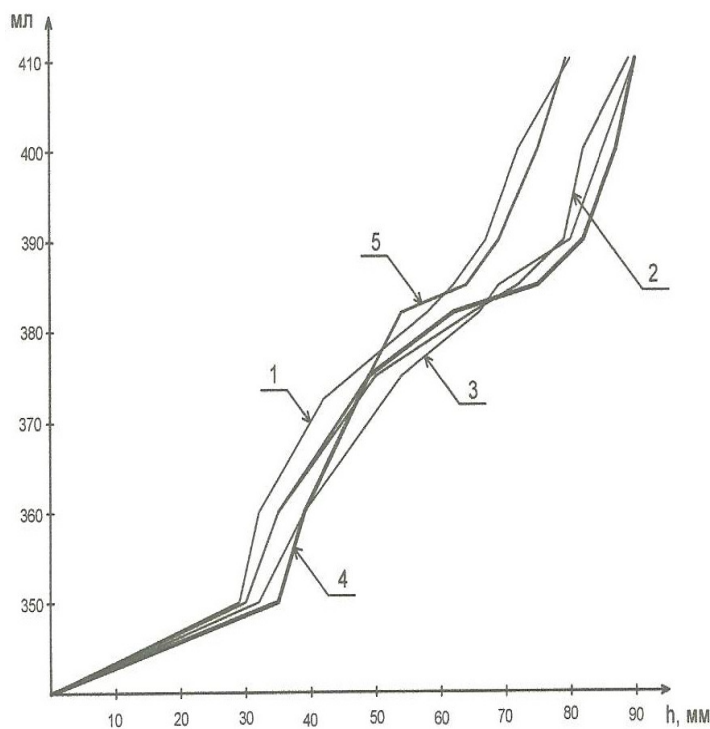


Рис. 3. Зависимость расхода дизельного топлива от глубины колеи

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Средоадаптивные технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации / И.В. Григорьев, А.И. Жукова, О.И. Григорьева, А.В. Иванов. – СПб.: ЛТА, 2008. – 174 с.
2. Федосеев О.В. Машины ОАО «ОТЗ» – машины нового поколения / О.В. Федосеев, М.И. Куликов // Тр. лесоинженерного факультета ПетрГУ. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. – Вып. 3. – С. 92–95.
3. Бит Ю.А. Некоторые вопросы исследования работоспособности трелевочных волоков / Ю.А. Бит, И.В. Григорьев // Тр. лесоинженерного факультета ПетрГУ. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. – Вып. 3. – С. 11–13.

УДК 674.8

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

Б.М. Локштанов,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

А.Е. Гулько,

аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

tlzp@inbox.ru

В статье предложено новое техническое решение, позволяющее повысить эффективность процесса производства технологической щепы на биржах сырья целлюлозно-бумажных комбинатов

Технологический процесс производства технологической щепы (ГОСТ 15815-83) из балансовой древесины включает в себя следующие операции: раскряжевка балансового долготья на отрезки 1,5-2,0 м; окорка балансов; рубка окоренных балансов на технологическую щепу; сортировка технологической щепы на размерные фракции [1].

После сортировки крупная фракция щепы может подаваться назад в рубительную машину для доизмельчения, кондиционная (требуемая) фракция направляется в дальнейшее производство, мелкая – является отходом, и направляется на сжигание.

В процессе работы рубительной машины происходит затупление ножей, что приводит к уменьшению выхода кондиционной фракции щепы, и увеличению процента выхода мелкой фракции.

В настоящее время степень затупления ножей рубительных машин при производстве технологической щепы определяют путем измерения радиуса затупления режущей кромки ножей во время периодической остановки рубительных машин. Частота остановки назначается директивно, например, зимой – два раза в смену, летом – один раз в смену. Такой подход к остановке рубительной машины и замене ножей, не учитывает многие часто меняющиеся показатели предмета труда – породу древесины, ее качество и количество.

При остановке рубительной машины используют следующие методы определения степени затупления ножей – визуальный осмотр; проверка остроты ошупью; создание слепков лезвий на свинцовых пластинах. Вместе с тем, каждая остановка машины приводит к большим потерям времени, часто к остановке всей поточной линии, затратам труда на осмотр ножей, особенно при их количестве 10-16 шт. на одной рубительной машине.

Нашими исследованиями установлено, что наиболее чувствительным показателем работы рубительной машины является величина фракции щепы (рис. 1, 2). Следовательно, по количеству этой фракции можно судить о степени затупления ножей рубительной машины, и принимать решение о необходимости ее остановки и замене ножей на острые.

Для этого предлагается оснастить линии производства щепы весоизмерительными устройствами и вычислительным модулем, при помощи которых будет определяться степень затупления ножей рубительной машины (рис. 3).

Расчет момента остановки рубительной машины из-за чрезмерного затупления ножей ведется в вычислительном модуле по следующим зависимостям:

$$B = \frac{M_1}{M} 100; B = \frac{M_1}{M_1 + M_2} 100, \quad (1)$$

$$\varphi = \frac{M_2}{M} 100 \leq [\varphi]; \varphi = \frac{M_2}{M_1 + M_2} 100 \leq [\varphi], \quad (2)$$

где B – выход кондиционной щепы, %;

φ – количество мелкой фракции щепы, %;

$[\varphi]$ – допускаемое количество щепы мелкой фракции, %;

M – масса балансовой древесины направленная на переработку;

M_1 – масса полученной кондиционной щепы;

M_2 – масса полученной мелкой фракции щепы, кг.

В расчетах не учитывается крупная фракция щепы, так как она направляется на повторное измельчение.

Поскольку с увеличением степени затупления ножей рубительной машины увеличивается и процент выхода мелкой фракции щепы, то достигнув предельно допустимых значений выхода мелкой фракции (см. табл. 1), по данным весоизмерительных устройств 2, 8, 11, вычислительный модуль может или дать сигнал оператору, или сразу подать сигнал выключения на двигатель привода рубительной машины.

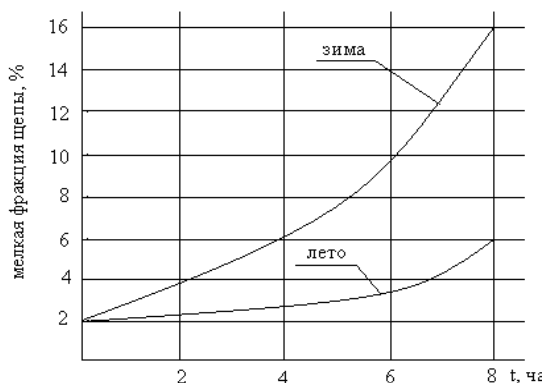


Рис. 1. Количество мелкой фракции щепы в % от времени работы рубительной машины при постоянной загрузке еловой балансовой древесиной 1-го сорта

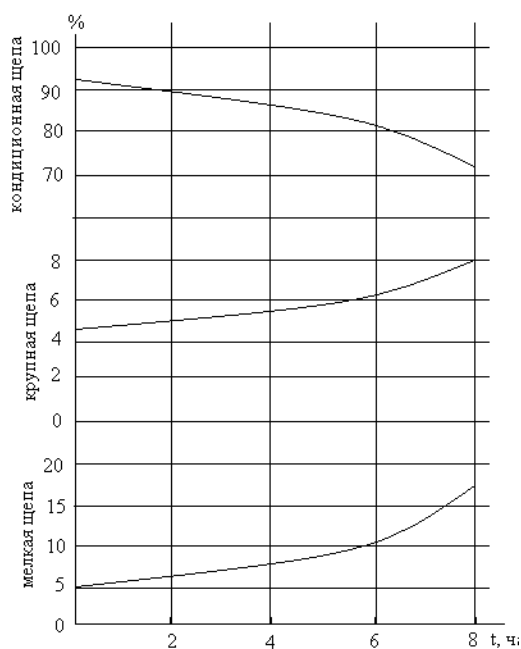


Рис. 2. Изменение процента выхода фракций щепы в течение смены работы рубительной машины при постоянной загрузке еловыми балансами 2-го сорта в летний период

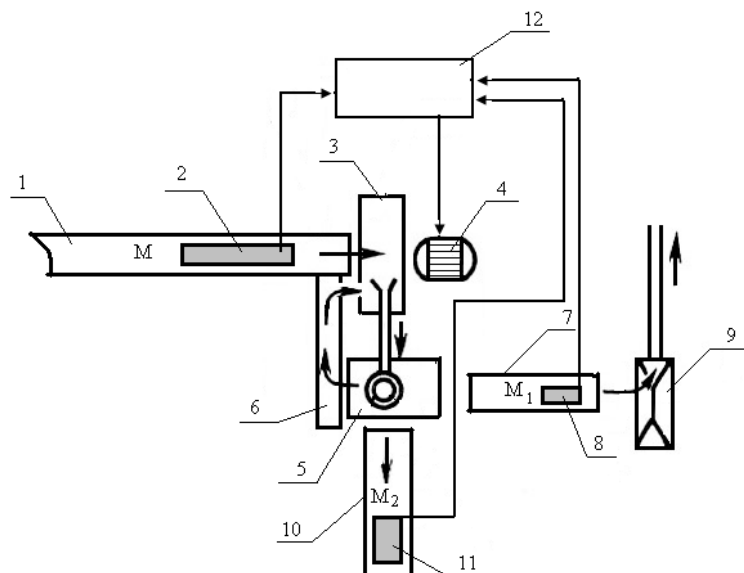


Рис. 3. Схема устройства для определения степени затупления ножей рубильной машины:

1 – подающий транспортер для балансов; 2 – весоизмерительное устройство для поступающих балансов; 3 – рубильная машина; 4 – двигатель привода рубильной машины; 5 – сортировочная установка для щепы; 6 – возвратный транспортер для щепы крупной фракции; 7 – транспортер для щепы кондиционной фракции; 8 – весоизмерительное устройство для щепы кондиционной фракции; 9 – выносной транспортер для щепы кондиционной фракции; 10 – транспортер для щепы мелкой фракции; 11 – весоизмерительное устройство для щепы мелкой фракции; 12 – вычислительный модуль

Таблица 1

Выход кондиционной фракции (B) щепы, марок Ц-1, Ц-2, Ц-3
и допускаемое количество мелкой фракции (ϕ) при переработке балансов различных пород

	Летом, %		Зимой, %	
	B	ϕ	B	ϕ
Щепа марки Ц-1 из балансов 1 сорта:				
Ель	95	5	93	7
Сосна	94	6	92	8
Осина	93	7	91	9
Береза	93	7	91	9
Лиственница	94	6	86	14
Щепа марки Ц-2 из балансов 2 сорта:				
Ель	93	7	91	9
Сосна	91	9	89	11
Осина	90	10	88	12
Береза	89	11	87	13
Лиственница	91	9	83	17
Щепа марки Ц-3 из балансов 3 сорта:				
Ель	90	10	85	15
Сосна	89	11	84	16
Осина	88	12	82	18
Береза	87	13	82	18
Лиственница	88	12	80	20

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология и оборудование лесных складов и лесообрабатывающих цехов: учебник / В.И. Патыкин, А.К. Редькин, С.М. Базаров [и др.]. – М.: Изд-во МГУЛ, 2008. – 384 с.

УДК 630.31

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ЛЕСОЗАГОТОВОК

В.М. Лукашевич,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПетрГУ, г. Петрозаводск, РФ.
lvm-dov@mail.ru

В статье представлен анализ трансформаций подготовительных работ в отечественной системе лесопользования.

Подготовительные работы играют существенную роль в системах зарубежного и отечественного лесопользования. Принятие обоснованных решений на стадии выполнения лесосырьевой и технологической подготовки влияет на дальнейшую эффективность ведения лесозаготовительной деятельности.

Разработкой технологических решений и практических рекомендаций по подготовительным работам лесозаготовок занимались различные ведущие лесные научно-исследовательские учреждения. Анализ существующих источников показал, что основные положения подготовительных работ лесозаготовок основаны на разработках советского времени и не учитывают последних изменений в лесном законодательстве, появление новых машин и технологий, приоритетных направлений развития лесопромышленного комплекса, повышения степени экологической ответственности лесопользователей, международного влияния и др.

В итоге Петрозаводским государственным университетом (ПетрГУ) и Карельским научно-исследовательским институтом лесопромышленного комплекса (КарНИИЛПК) ведутся исследования по модернизации подготовительных работ.

Введение в действие Лесного Кодекса существенно трансформировало структуру системы лесопользования в России. Была осуществлена реорганизация лесхозов в лесничества, передан ряд полномочий в области лесных отношений субъектам, появились обязанности по проектированию лесных планов и лесохозяйственных регламентов. Увеличилось количество видов пользования лесными участками, но в то же время отменены конкурсная система их передачи и краткосрочное пользование посредством заключения договора купли-продажи. Сокращен максимальный срок аренды с 99 до 49 лет, а минимальный для заготовки древесины установлен в 10 лет. Кроме лесоустройства появилась дополнительная система учета – государственная инвентаризация лесов (ГИЛ), обеспечивающая объективное выявление наличия и состояния лесосырьевых ресурсов, особенно в малоизученных лесных районах. Были переименованы группы лесов, определен режим пользования в них и появились новые категории защитности. Трансформации лесного законодательства также существенно затронули арендаторов. Взамен разработки плана рубок и плана противопожарных мероприятий лесопользователю необходимо составлять проект освоения лесов. Увеличилось количество обязанностей, которые раньше были в сфере деятельности лесхозов (отвод лесосек, посадка, рубки ухода и др.). С 2007 г. лесорубочные билеты, выписываемые ранее лесхозами и дававшие разрешение на проведение рубок, заменены лесными декларациями, имеющими скорее уведомительный характер [1]. Перечисленные трансформации лесного законодательства оказали как положительное, так и отрицательное воздействие на отечественную систему лесопользования.

В связи с этим предлагается расширить понятие подготовительных работ, существующее с советских времен, и включить в его состав элементы лесопользования. Тогда получается новая схема подготовительных работ, учитывающая трансформации лесного законодательства, и которая также включает в себя элементы лесосырьевой и технологической подготовки (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема организации подготовительных работ [1]

Анализ, развитие и модернизация подготовительных работ должны быть осуществлены на двух уровнях (масштабный и локальный) и оцениваться как со стороны арендодателя (исполнительной власти субъекта РФ), так и со стороны арендатора (лесопользователя).

Тогда к лесосырьевой подготовке для арендодателя в масштабе субъекта Российской Федерации будет относиться проектирование лесного плана и лесохозяйственных регламентов, а также организация лесопользования. Локальный уровень будет направлен на работу с лесопользователями: выбор лесных участков для аукционов и их организация, заключение договоров аренды лесного участка и купли-продажи лесных насаждений, поиск инвесторов для реализации приоритетных инвестиционных проектов, государственный контроль над деятельностью лесозаготовительных предприятий и др.

Однако для лесопользователя выполнение задач по участию в аукционе и заключению договоров аренды является масштабным уровнем лесосырьевой подготовки, так как принятие решения при выборе лесного участка с соответствующими природно-производственными условиями в аренду будет влиять на всю последующую работу лесопользователя. Также к лесосырьевой подготовке масштабного уровня для арендатора относится обязательная разработка разделов проекта освоения лесов и решение задачи по дислокации мест рубок. К локальным задачам лесосырьевой подготовки относится оценка ресурсов на каждой лесосеке (отвод и закладка пробной площади) и оформление сопроводительной документации.

Технологическая подготовка применима только к лесопользователю, но также должна осуществляться на двух уровнях. Масштабный уровень технологической подготовки для лесопользователя связан с выбором систем лесозаготовительных и лесотранспортных машин и технологии их работы для освоения лесного участка. Также к масштабному уровню можно отнести разработку рекомендаций по повышению плотности дорог за счет нахождения оптимальных направлений их строительства. К локальному уровню технологической подготовки будут относиться работы в пределах лесосеки: проектирование технологической карты, определение расположения объектов лесной инфраструктуры лесосеки, подготовка лесосеки к рубке и др.

В настоящее время на территории Российской Федерации развивается добровольная лесная сертификация по системе FSC. Согласно проведенному анализу [3] за год площадь сертифицированных лесов в России увеличилась почти на 5 млн. га и на конец 2011 г. составляла около 29 млн. га. Сертификаты лесопользования имеют 67 ведущих компаний (113 с учетом участников групп), цепочки поставок – 134 (172 с учетом участников групп). За 2011 год количество сертификатов лесопользования возросло на 35 штук, сертификатов цепочки поставок – на 54, сертификатов контролируемой древесины – на 27. Наличие сертификата обязывает лесопользователей соблюдать дополнительные требования к подготовительным работам, которые должны быть выполнены на различных этапах лесосырьевой и технологической подготовки. Одной из причин, сдерживающих дальнейшее развитие сертификации, является наличие противоречий между критериями стандарта FSC и российским законодательством в области лесопользования. При анализе отчетов по аудитам лесопромышленных предприятий Российской Федерации наиболее проблемными для лесопромышленных предприятий являются следующие требования [2]:

- выделение лесов высокой природоохранной ценности;
- разработка оценки воздействия на окружающую среду;
- выделение ключевых биотопов;
- анализ арендованной территории на репрезентативность.

Проведенный авторами анализ современного лесного законодательства и разработанная схема подготовительных работ позволяют учитывать существующие тенденции развития лесного сектора в принятии решений по организации лесопользования. От качественного принятия решения в области лесосырьевой и технологической подготовки зависит не только эффективность лесозаготовительного производства, но и экологическая безопасность освоения лесных ресурсов, которая все больше получает распространение среди заинтересованных участников лесопромышленного комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шегельман И.Р. Трансформация системы лесосырьевой и технологической подготовки в организации лесопользования / И.Р. Шегельман, В.М. Лукашевич // *Фундаментальные исследования*. – М.: Академия Естествознания, 2012. – №3 (3). – С. 739–743.
2. Лукашевич В.М. Трансформация технологии подготовительных работ на лесозаготовках под воздействием добровольной лесной сертификации / И.Р. Шегельман, В.М. Лукашевич // *Глобальный научный потенциал*. – 2012. – № 2(11). – С. 78–81.
3. Lukashovich V.M., Shegelman I.R. Development of Voluntary Forest Certification as the Factor of Improving the Sustainability of a Region / И.Р. Шегельман, В.М. Лукашевич // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2011. – № 6. – С. 147–150.

В.М. Лукашевич,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ПетрГУ, г. Петрозаводск, РФ.
lvm-dov@mail.ru

Предложена методика оценки сроков лесозаготовительных работ в зимний период, необходимая в решении задач по делению арендованной территории на зоны зимнего и летнего освоения, формированию комплекта лесозаготовительных машин и оценки рисков их работы в весенний период.

Для эффективного лесопользования необходима плотность дорожной сети около 10–15 км на 1000 га. В России этот показатель намного ниже, и составляет в среднем 2–4 км на 1000 га. В связи с этим, сеть дорог круглогодичного действия развита недостаточно, и арендаторы часто строят зимние дороги, что ведет к сезонности лесозаготовок и необходимости распределения участков арендованной территории на зоны зимнего и летнего освоения.

Для снижения негативных последствий сезонности лесозаготовок необходимо прогнозировать сроки эксплуатации зимних дорог при проведении подготовительных работ. Для достижения этих целей разработана методика оценки сроков лесозаготовительных работ при освоении арендованной территории зимниками, краткое содержание которой отражено на блок-схеме (рис. 1).

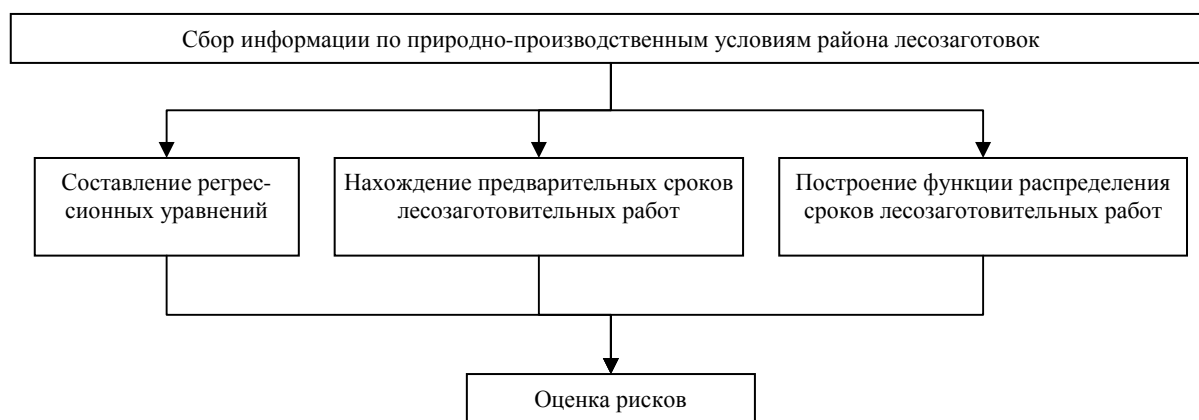


Рис. 1. Последовательность оценки риска преждевременного окончания лесозаготовительных работ в зимний период

Срок лесозаготовительных работ в зимний период определяется датой начала строительства дороги, датой начала и окончания вывозки и продолжительностью эксплуатации зимней дороги. Перечисленные характеристики в первую очередь зависят от наличия и состояния снежного покрова и температурного режима [1, 4]. При анализе собранной информации составляются регрессионные зависимости, показывающие изменение собранных показателей по природно-производственным условиям в течение зимнего периода. На основании перечисленных выше критериев и регрессионных зависимостей, определяются предварительные даты начала и окончания эксплуатации зимних дорог и продолжительность лесозаготовительного периода. Затем строятся функции распределения перечисленных характеристик сроков лесозаготовительного периода, и производится оценка риска преждевременного окончания эксплуатации зимника в весенний период.

Предлагаемая методика была апробирована на примере Республики Карелия. Для оценки сезонности была собрана информация по среднесуточной температуре, высоте снежного покрова, глубине промерзания и рельефу местности. Данные по климатическим показателям были собраны за последние 40 лет по 18 действующим метеостанциям, рассредоточенных по всей территории Республики Карелия [2, 4]. Согласно методике в первую очередь были составлены регрессионные зависимости изменения среднесуточной температуры в течение года по различным районам Республики Карелия, на основании которых были оценены предварительные даты начала и окончания эксплуатации зимних дорог с различным типом покрытий и продолжительность зимнего лесозаготовительного периода. Далее, анализируя каждый год, были построены функции распределения дат начала и окончания, а также продолжительности вывозки для каждого центрального лесничества.

В представленной работе под риском понимается вероятность, при которой закончатся лесозаготовительные работы в течение заданного периода (количества дней). Были выбраны три порога риска: низкий (до 30%), средний (от 30 до 60%) и высокий (от 60 до 100%). Проводить лесозаготовительные работы в условиях среднего и высокого риска опасно для предприятия, особенно при использовании дорогостоящей техники. Резкое наступление оттепели приводит к разрушению зимников, аварийности и оставлению техники в зимней зоне освоения. Зная риски в районе планируемых и действующих мест

рубков, предприятие может планировать технологический процесс с минимальными негативными последствиями на подготовительном этапе.

В результате анализа построенных графиков было получено, что при низком риске лесозаготовка в Республике Карелия может продолжаться от 60 до 107 дней, при среднем риске – от 107 до 117 дней и при высоком от 117 до 155 дней. Также на основании предлагаемой методики разработана математическая модель по обоснованию комплектов лесозаготовительных и лесотранспортных машин с учетом сезонности [3].

Предлагаемая методика по оценке сроков лесозаготовительных работ в зимний период может быть использована:

- для организации ритмичной работы лесозаготовительного предприятия;
- для обоснования транспортного освоения арендованной территории при ее делении на зоны зимней и летней вывозки;
- для оценки рисков работы лесозаготовительных машин в весеннее время;
- для формирования комплекта лесосечных и лесотранспортных машин и обоснования режима их работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шегельман И.Р. Обоснование периода эксплуатации зимних лесовозных дорог / И.Р. Шегельман, Л.В. Щеголева, В.М. Лукашевич // Изв. вузов: Лесной журнал, 2007. – № 2. – С. 54–57.
2. Шегельман И.Р. Применение ГИС-технологий в изучении климатических и почвенно-грунтовых условий Республики Карелия / И.Р. Шегельман, Л.В. Щеголева, В.М. Лукашевич // Вестник Поморского университета. Сер. Естественные и точные науки. – Архангельск: ПГУ, 2007. – № 1 (11). – С. 22–27.
3. Щеголева Л.В. Задача формирования парка машин и оборудования для проведения лесозаготовительных работ при разделении лесосеки на зоны летней и зимней вывозки / Л.В. Щеголева, В.М. Лукашевич // Вестник Московского государственного университета леса. – М., МГУЛ, 2009. – № 4. – С. 119–121.
4. Шегельман И.Р. Оценка сезонности при подготовке лесозаготовительного производства / И.Р. Шегельман, В.М. Лукашевич // Фундаментальные исследования. – М.: Академия Естествознания, 2011. – №12 (3). – С. 599–603.

УДК 630.383:630.37

КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЕ В ПОЧВОГРУНТАХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КОЛЕСНО-ГУСЕНИЧНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

А.И. Никифорова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

И.А. Барашков,

аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

Д.С. Киселев,

аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

tlzp@inbox.ru

В статье предложена математическая модель, позволяющая оценить колеобразование под воздействием колесной лесозаготовительной машины оснащенной моногусеницами для повышения ее проходимости.

Для оценки динамической картины состояния почвогрунтов под нагрузкой от движителей лесозаготовительных машин запишем уравнения движения деформируемой среды, тензор напряжений в которых представляется соответствующим тензором деформаций. Линейной упруго-вязко-пластической деформации соответствует уравнение

$$\sigma + \tau \frac{\partial \sigma}{\partial t} = \sigma_T + E\varepsilon + \mu \frac{\partial \varepsilon}{\partial t}, \quad (1)$$

здесь σ – напряжение;

E – модуль упругости;

μ – вязкость;

время релаксации $\tau = \mu/E$;

σ_T – предельное напряжение, начиная с которого происходят упруго-вязкие деформации;

ε – деформация;

t – время.

Придав функциональное представление параметрам в линейной модели, уравнение нелинейной упруго-вязко-пластической деформации запишем в виде

$$\sigma + \tau(t) \frac{\partial \sigma}{\partial t} = \sigma_T + E(\varepsilon)\varepsilon + \mu(\varepsilon) \frac{\partial \varepsilon}{\partial t}. \quad (2)$$

На основании (2) можно построить уравнение для осадки почвогрунта при действии на него давления со стороны движителя машины

$$p + \tau(t) \frac{\partial p}{\partial t} = p_T + E_x(x)x + \mu_x(x) \frac{\partial x}{\partial t}, \quad (3)$$

здесь p – давление на почвогрунт;

x – осадка почвогрунта;

E_x , μ_x , p_T – параметры, характеризующие соответственно упругие, вязкие и пластические свойства почвогрунта.

Для лесозаготовительных машин можно принять условие $p > \tau(t) \frac{\partial p}{\partial t}$, тогда (3) примет вид

$$p = p_T + E_x(x)x + \mu_x(x) \frac{\partial x}{\partial t}. \quad (4)$$

Введением линейного характера изменения коэффициента вязкости от осадки по мере ее увеличения

$$\mu_x(x) = \mu_0 + \mu x, \quad (5)$$

нелинейное уравнение (4) представляется в виде

$$p = p_T + Cx + (\mu_0 + \mu x) \frac{dx}{dt}, \quad (6)$$

здесь $E_x(x) = C$ – постоянная Герстнера.

Для лесных почвогрунтов интерес представляет рассмотрение вязкоупругих и вязкопластических моделей, которые можно получить из (6).

Вязкоупругие почвогрунты исследованы на основании решения дифференциального уравнения [1]

$$p = Cx + (\mu_0 + \mu x) \frac{dx}{dt}, \quad (7)$$

которое можно записать в виде

$$\frac{dx}{dt} = \frac{(p - Cx)}{(\mu_0 + \mu x)}, \quad (8)$$

и после разделения переменных

$$\frac{(\mu_0 + \mu x) dx}{p - Cx} = dt \quad (9)$$

и интегрирования получить решение

$$C \frac{t}{\mu} = \left(\frac{\mu_0}{\mu} + \frac{p}{C} \right) \ln \left(\frac{p}{p - Cx} \right) - x, \quad (10)$$

которое можно привести к виду

$$t_* = -(a + 1) \ln(1 - x_*) - x_*, \quad (11)$$

здесь $t_* = C^2 \frac{t}{\mu p}$, $a = \mu_0 \frac{C}{\mu p}$, $x_* = C \frac{x}{p}$.

Рассматриваемая модель является трех параметрической.

При анализе деформации почвогрунтов колесно-гусеничными машинами прием допущения: гусеница представляет собой тонкую ленту, жесткость которой при изгибе вокруг оси, параллельной движению, бесконечно большая; жесткость вокруг другой оси, перпендикулярной первой и лежащей в плоскости ленты, исчезающе мала; время восстановления деформации почвогрунта после прохода машины много больше времени последующего прохода; прохождение лесозаготовительной машины происходит по одной и той же колее [2].

Длина проекции области соприкосновения гусеницы с почвогрунтом на горизонтальную плоскость равна

$$A = 1 + a_n = 1 + [2R(h_n - h_{n-1})]^{1/2}, \quad (12)$$

здесь горизонтальная проекция деформации равна

$$a_n = [2R(h_n - h_{n-1})]^{1/2}, \quad (13)$$

где R – радиус колеса;

h_n – осадка после n -кратного прохода.

Осадку почвогрунта может быть представлена выражением

$$x = h_n - \frac{\xi^2}{2R}, \quad (14)$$

где ξ – расстояние от точки контакта колеса с поверхностью почвогрунта.

После дифференцирования ξ по времени получено представление

$$\frac{d\xi}{dt} = -v, \quad (15)$$

и скорость образования осадки

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\xi v}{R}, \quad (16)$$

где v – скорость движения машины.

Сила деформации, согласно (12), равна

$$P = b(pl + pa_n) = bp(1 + a_n), \quad (17)$$

где P – сила;

l – расстояние между колесами тандемной тележки;

b – ширина гусеницы.

Для вязкоупругой модели получено выражение

$$Pa_n = \int pd\xi = \int \left[c \left(h_n - \frac{\xi^2}{2R} \right) + \mu \left(h_n - \frac{\xi^2}{2R} \right) \frac{\xi v}{R} \right] d\xi = Ch_n a_n - C \frac{a_n^3}{6R} + \mu h_n v \frac{a_n^2}{2R} - \mu v \frac{a_n^4}{8R^2}. \quad (18)$$

Тогда (17) принимает вид

$$P = b(1 + a_n) \left(Ch_n - C \frac{a_n^2}{6R} + \mu h_n v \frac{a_n^2}{2R} - \mu v \frac{a_n^3}{8R^2} \right). \quad (19)$$

и формула (18) примет вид

$$pa_n = Ch_{n-1} a_n + \frac{1}{3} \frac{Ca_n^3}{R} + \mu v \left(\frac{h_{n-1} a_n^2}{2R} + \frac{a_n^4}{8R^2} \right). \quad (20)$$

из которой следует выражение для определения давления на почвогрунт

$$p = Ch_{n-1} + \frac{1}{3} \frac{Ca_n^2}{R} + \mu v \left(\frac{h_{n-1} a_n}{2R} + \frac{a_n^3}{8R^2} \right). \quad (21)$$

На основании (18) и (21) получаем

$$\frac{P}{b} = \left[Ch_{n-1} + \frac{1}{3} \frac{Ca_n^2}{R} + \mu v \left(\frac{h_{n-1} a_n}{2R} + \frac{a_n^3}{8R^2} \right) \right] (1 + a_n). \quad (22)$$

При $l=0$, что соответствует условию движения колесных лесных машин с жестким диском, формула (22) переходит в

$$\frac{P}{b} = Ch_{n-1} a + \frac{1}{3} \frac{Ca^3}{R} + \mu v \left(\frac{h_{n-1} a^2}{2R} + \frac{a^4}{8R^2} \right). \quad (23)$$

В том случае, когда выполняется условие $l \gg a$ (22) принимает вид

$$\frac{P}{bl} = Ch_{n-1} + \frac{1}{3} \frac{Ca_n^2}{R} + \mu v \left(\frac{h_{n-1} a_n}{2R} + \frac{a_n^3}{8R^2} \right). \quad (24)$$

Полученные формулы позволяют по заданной реологии почвогрунта последовательно определять осадку при известной осадке от предшествующего прохода. Приняв начальное условие $h_0 = 0$,

можно последовательными решениями построенных уравнений определять глубину образующейся колеи в результате очередного прохода лесозаготовительной машины. Для первого прохода получаем осадку $h_0 = 0$, $h_1 = \frac{a_1^2}{2R}$ и согласно (24) получаем уравнение

$$\frac{P}{bl} = \frac{1}{3} \frac{Ca_1^2}{R} + \frac{\mu va_1^3}{8R^2}, \quad (25)$$

решение которого позволяет определить глубину колеи после первого прохода. Далее

$$h_2 = h_1 + \frac{a_2^2}{2 \cdot R}, \dots, h_3 = h_2 + \frac{a_3^2}{2 \cdot R}, \quad (26)$$

При малых скоростях движения машины (24) переходит в

$$\frac{P}{bl} = Ch_{n-1} + \frac{1}{3} \frac{Ca_n^2}{R}, \quad (27)$$

поэтому для глубины колеи после первого прохода лесозаготовительной машины получаем формулу

$$h_1 = \frac{a_1^2}{2R} = \frac{3}{2} P(Cbl)^{-1}. \quad (28)$$

Сравним образование колеи в почвогрунтах колесно-гусеничными и колесными машинами. Согласно динамическим испытаниям грунтов, реологические свойства которых описываются уравнением (6) при $\mu_0=0$, зависимость осадки от числа ударов постоянной силы имеет вид

$$h_n = h_1 n^{1/2}, \quad (29)$$

такая одно параметрическая зависимость позволяет по глубине первого прохода определять все последующие.

Согласно (26)-(28) получаем

$$\frac{P}{blC} = \beta = h_{n-1} + \frac{3}{2}(h_n - h_{n-1}). \quad (30)$$

$$\text{Тогда } h_n = \frac{3\beta}{2} - \frac{h_{n-1}}{2}. \quad (31)$$

После первого прохода глубина колеи равна $h_1 = \frac{3\beta}{2}$ после второго $h_2 = \frac{3\beta}{2} - \frac{3\beta}{4} = \frac{3\beta}{4}$, после третьего $h_3 = \frac{3\beta}{2} - \frac{3\beta}{8} = \frac{9\beta}{8}$, после четвертого $h_4 = \frac{15\beta}{16}$ и т.д. Отметим, что условие малости скорости движения лесозаготовительной машины эквивалентно условию $\mu=0$, которое характеризует почвогрунты как упруго деформируемые.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Математическая модель колеобразования в почвогрунтах под воздействием лесных машин / С.М. Базаров, И.А. Барашков, А.И. Никифорова, А.М. Хахина // Известия СПбГЛТА. – 2011. – № 197. – С. 54–65.
2. Теория колеобразования в почво-грунтах под воздействием гусеничных лесных машин / С.М. Базаров, И.А. Барашков, А.И. Никифорова, А.М. Хахина // Известия СПбГЛТА. – 2012. – № 198. – С. 59–70.

УДК 621.181.011.56:674.8

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Е.В. Саликова,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
esalikova@list.ru

В.П. Чулков,

канд. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ
ipchvp@rambler.ru

В статье рассматривается разработка автоматизированной системы управления котлом для утилизации древесных отходов, в основе которой лежит программно-аппаратный комплекс, включающий в себя устройство управления и специализированное программное обеспечение, осуществляющее управление ходом технологического процесса.

Необходимость экономии ископаемых топливно-энергетических ресурсов в масштабе всей планеты заставляет промышленно развитые страны проводить широкие исследования по поиску альтернативных источников энергии. Поэтому чрезвычайно важно на данной ступени развития науки и производства максимально использовать возобновляющиеся виды топливно-энергетических ресурсов. К таким ресурсам относится древесная биомасса, самопроизвольно возобновляющаяся при жизнедеятельности лесных массивов. Из многообразия различных видов древесной биомассы выделим имеющие наибольшее практическое значение при энергетическом использовании, а именно: стволую древесину, кору, древесную гниль и биомассу элементов кроны деревьев, а также древесные отходы деревообрабатывающих предприятий.

На предприятии ООО «ИЗДЕКО» отопление и горячее водоснабжение промышленных цехов осуществляется с помощью установки, сжигающей древесные отходы (опилки, щепа и др.), поставляемые с деревоперерабатывающих предприятий. Исходная установка имеет два режима работы. Переключение режимов проводилось вручную. Первый режим предназначен для работы в отопительный период. Второй – по окончании отопительного периода. Стояла задача осуществить автоматическое регулирование температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха.

В работе использовался качественный метод регулирования, при котором производится регулирование подачи топлива в топку котла в целях стабилизации температуры теплоносителя.

Так как большинство предлагаемых промышленностью регуляторов осуществляют количественное регулирование, было решено разработать регулятор на базе микроконтроллера ATmega16 и разработать программное обеспечение для реализации поставленной задачи. Программное обеспечение разработано непосредственно под исходный объект и учитывает основные возмущения, действующие на данный объект.

Управление ходом технологического процесса передано регулятору, который обрабатывает значения, получаемые непосредственно с датчиков, и вырабатывает управляющие воздействия на исполнительные механизмы без применения промежуточных регуляторов. Структурная схема автоматизированной системы управления котлом приведена на рис. 1.

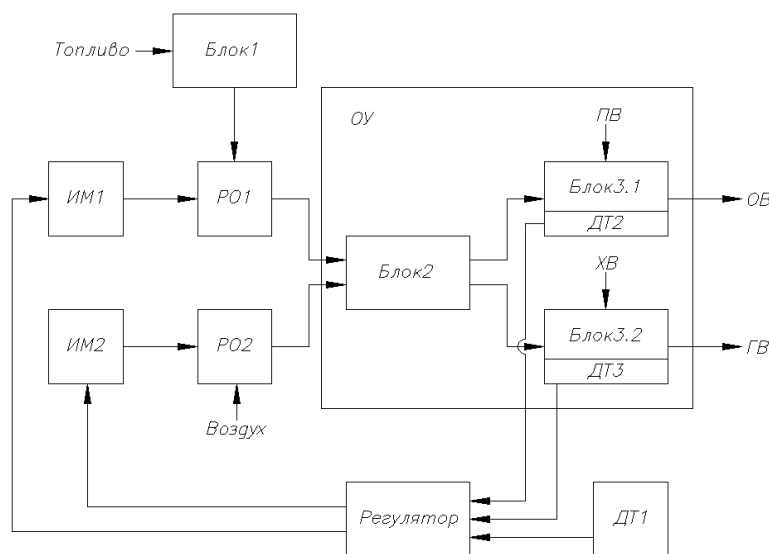


Рис. 1. Схема автоматизированной системы управления котлом для утилизации древесных отходов

Технологический процесс протекает следующим образом: топливо поступает из бункера (блок 1) в топку котла (блок 2), где сгорает с принудительной подачей воздуха, и полученная тепловая энергия расходуется на два потребителя: систему отопления (блок 3.1) и систему горячего водоснабжения (блок 3.2). Датчик температуры (ДТ1) контролирует температуру наружного воздуха. Сигнал с него поступает на регулятор, который вырабатывает управляющее воздействие на электродвигатели ИМ1 и ИМ2, которые перемещают регулирующие органы РО1 и РО2, изменяющие соответственно подачу топлива и воздуха. Для контроля над превышением температурой воды предельного значения в контурах отопления и ГВС вводятся датчики температуры (ДТ2, ДТ3), сигнал с которых поступает на вход регулятора, который в случае достижения предельной температуры воды отключает функцию регулирования по температуре наружного воздуха.

На стадии разработки структурной схемы автоматизированной системы управления были разработаны основные принципы организации оперативного управления технологическим объектом, а именно одноуровневое централизованное управление. Центральное место в автоматизированной системе управления котлом для утилизации древесных отходов занимает устройство управления, которое принимает и обрабатывает входные сигналы с датчиков, формирует управляющий сигнал на исполнительные механизмы. Электрическая принципиальная схема устройства управления приведена на рис. 2.

Устройство управления можно условно разделить на три блока: измерительный блок (измеряет температуру наружного воздуха, а также производит контроль температуры теплоносителя в контурах отопления и ГВС), регулирующий блок (происходит обработка параметров с датчиков и выдача управляющих сигналов на исполнительные механизмы) и исполнительный блок (управляет подачей топлива и воздуха в топку).

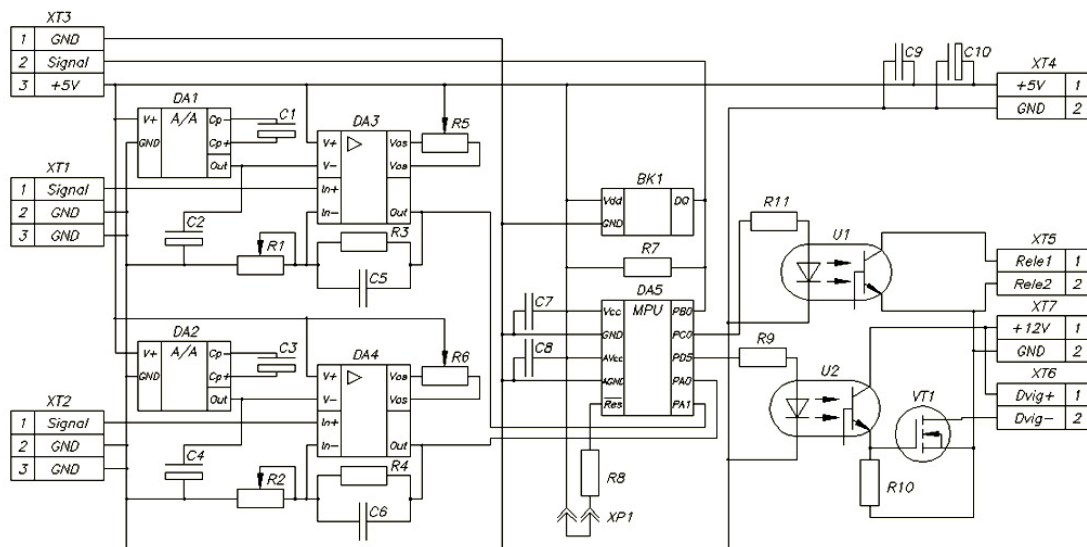


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная устройства управления

Программное обеспечение разработано на языке программирования Си, при использовании специальной среды CodeVisionAVR v2.04.4a.

Система обеспечивает возможность автоматического регулирования температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха в диапазоне от -40°C до $+10^{\circ}\text{C}$, путем формирования управляющих воздействий на органы управления.

Для отладки программного обеспечения и проверки на работоспособность разработанного устройства управления проведено электронное моделирование экспериментальной схемы устройства в программе-симуляторе микроконтроллерных устройств Proteus v.7.7 фирмы Labcenter Electronics (LE).

Для отслеживания сигналов на подачу топлива и режимов ШИМ к соответствующим выводам микроконтроллера подключается осциллограф.

На рисунке 3 показано окно программы Proteus v.7.7. при исследовании одного из режимов работы системы.

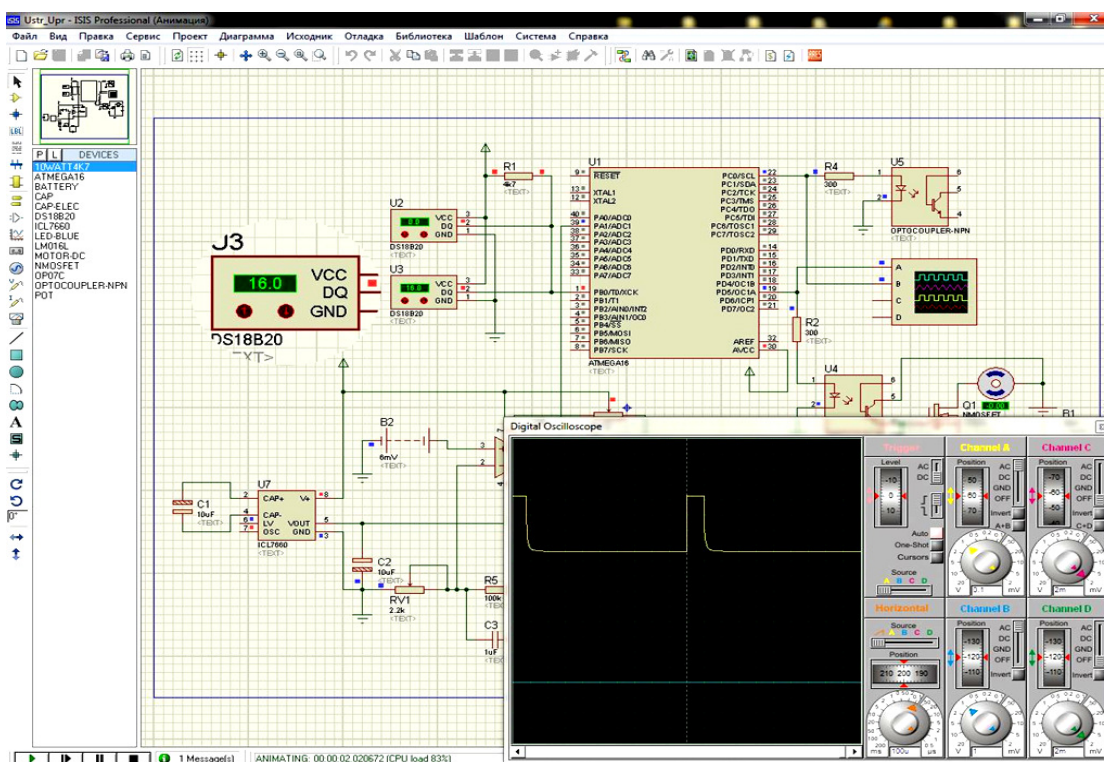


Рис. 3. Окно программы Proteus v.7.7

Электронное моделирование схемы устройства управления в программе-симуляторе микроконтроллерных устройств подтверждает работоспособность разработанной в ходе дипломного проектирования схемы и управляющей программы.

Экономический расчет показал, что стоимость разработанной установки составит не более пятидесяти тысяч рублей, что является экономически выгодным. В настоящее время осуществляется ее внедрение на предприятии ООО «ИЗДЕКО».

УДК 630.111:681.3.01

БЕСПИЛОТНЫЕ ВОЗДУШНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК СРЕДСТВО СБОРА ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Ф.В. Свойкин,

студент 5 курса лесоинженерного факультета ФГБУ ВПО СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, РФ.
svoykin_fv@mail.ru

В статье рассмотрена возможность использования сверхлегких БПЛА для получения аэрофотоснимков территории с целью их использования в составе ГИС для лесозаготовительного процесса с использованием многооперационных лесосечных машин.

Географические информационные системы (ГИС) широко применяются на современных предприятиях лесозаготовительной отрасли. Традиционно, одним из основных источников данных для ГИС считаются данные дистанционного зондирования Земли (ДЗ) – фотоматериалы, получаемые с искусственных спутников Земли (космическая съемка) и воздушных судов (аэрофотосъемка).

Спутники дистанционного зондирования Земли на сегодняшний день представлены очень широко. Получаемые с их помощью снимки характеризуются доступностью, большим пространственным охватом, высоким качеством, геометрической точностью и низкой стоимостью. К числу недостатков спутниковых систем и получаемых с их помощью снимков можно отнести:

- сложность подбора безоблачных снимков из архивов съемки (особенно актуально для условий Российского Севера);
- недостаточная мобильность при съемке под заказ (планирование съемки осуществляется минимум за месяц), отсутствие гарантии в получении безоблачных снимков при съемке под заказ;
- недостаточное для решения многих прикладных задач пространственное разрешение (до 50 см.);
- не достаточно гибкая политика операторов и дистрибьюторов в отношении снимков на компактные участки (например, минимальная площадь заказа снимка со спутника Quick Bird™ составляет 25 км²);
- высокая стоимость или невозможность получения стереопар.

Большинство этих недостатков не характерно для аэрофотосъемки с пилотируемых воздушных судов (самолетов, вертолетов). Однако содержание авиапарка в современных условиях требует высоких экономических затрат на обслуживание и топливо, что в конечном итоге определяет высокую стоимость выходной продукции – аэрофотоснимков, особенно при съемке небольших по площади участков. Кроме того, на сегодняшний день в РФ парк средств воздушной авиации не располагает достаточным количеством единиц техники, поэтому заказчик аэрофотосъемочных работ вынужден ждать своей очереди довольно продолжительное время (до 6 месяцев). Помимо этого, съемка с пилотируемых воздушных судов должна производиться, как правило, в безоблачную погоду.

Исходя из вышесказанного, применение спутниковых систем и пилотируемых авиасредств для получения фотоснимков местности нецелесообразно в ряде случаев, особенно при потребности в снимках сверхвысокого пространственного разрешения, съемке небольших по площади и протяженных объектов, а также когда требуется высокая оперативность. В таких случаях целесообразно использование аэрофотосъемочных комплексов на базе средств сверхмалой беспилотной авиации, обеспечивающих высокую мобильность и низкую себестоимость выходной продукции.

По результатам анализа доступных на мировом рынке сверхмалых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), предназначенных для аэрофотосъемки, для исследований и апробации был выбран БПЛА CropCam™ (рис. 1) производства компании MicroPilot™ (Канада), как оптимальный по соотношению «качество – технические возможности – стоимость».

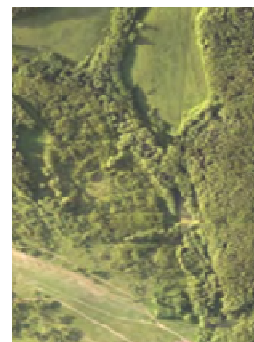
По результатам анализа доступных на мировом рынке сверхмалых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), предназначенных для аэрофотосъемки, для исследований и апробации был выбран БПЛА CropCam™ (рис. 1) производства компании MicroPilot™ (Канада), как оптимальный по соотношению «качество – технические возможности – стоимость».



Рис. 1. БПЛА CropCam™

CropCam™ – это легкий планер из стекловолокна, управляемый миниатюрным автопилотом MP2028g™. Оборудование комплекса CropCam™ состоит из трех блоков: воздушного, наземного и камерального. CropCam™ выполняет полет по заранее спланированному маршруту, ориентируясь по координатам GPS. При этом цифровая камера, установленная на нижней плоскости крыла планера, автоматически производит съемку в заданных координатах. Для каждого отснятого изображения автопилот регистрирует его GPS-координаты. Снимки можно получать с взаимным перекрытием, формируя стереопары. Высота полета и съемки определяется требуемым пространственным разрешением и разрешающей способностью фотокамеры. Например, при использовании камеры с разрешающей способностью 3000*4000 пикселей и требуемым пространственным разрешением снимков 15 см, высота полета составит около 600 метров. Продолжительность полета планера – около 50 минут. При этом половина времени приходится на взлет, посадку и развороты. Это означает, что в режиме выполнения съемки CropCam™ работает около 25-30 минут. Этого достаточно, чтобы покрыть территорию в 400 Га снимками пространственным разрешением 15 см, с перекрытием 60% в маршруте и 40% между маршрутами. После получения снимков, они подлежат фотограмметрической обработке с целью создания на их основе ортофотоплана и цифровой модели местности. В случаях, когда потребность в геометрически точных материалах фотосъемки отсутствует, снимки, полученные с помощью CropCam™, могут использоваться в ГИС сразу после проведения их автоматической обработки в программе CropCam Image Software™.

Следует отметить, что при проведении космической съемки и аэрофотосъемки с управляемых летательных аппаратов используются специально разработанные фотокамеры, которые позволяют получать высококачественный фотоматериал, характеризующийся высокой геометрической точностью. Установить подобное аэрофотосъемочное оборудование на сверхмалый БПЛА типа CropCam™ невозможно из-за его значительных габаритов и массы. Поэтому на CropCam™ устанавливаются обычные бытовые цифровые фотокамеры, для которых характерно высокое значение дисторсии объектива. Это создает определенные сложности при фотограмметрической обработке получаемых снимков и вносит значительные геометрические ошибки в получаемые фотопланы местности. Эту проблему можно решить, произведя фотограмметрическую калибровку камеры и используя для построения фотопланов откорректированные за дисторсию изображения. Применение откорректированных изображений и использование современных фотограмметрических программных продуктов вполне обеспечивает достаточный для большинства практических задач уровень точности фотопланов и ортофотопланов (рис. 2).



иторинга БПЛА:
местности

В качестве оценки целесообразности и эффективности применения БПЛА CropCam™ для получения фотоматериала территории, был произведен расчет стоимости работ по получению снимков на лесной участок для целей проведения инвентаризации лесных насаждений на этом участке. Площадь участка 1400 Га. Участок расположен в 300 км от г. Сыктывкара (Республика Коми, РФ). Для получения снимков с пространственным разрешением 15 см, с перекрытием 60% в маршруте и 40% между маршрутами, необходимо выполнить 4 полета. Вычисление затрат на организацию и выполнение аэрофотосъемки показали, что затраты на проведение аэрофотосъемки данного участка с применением БПЛА CropCam™ (включая время в пути к месту выполнения работ из г.Сыктывкара и обратно (на автомобильном транспорте) – 8 часов; затраты времени на перемещение в пределах исследуемой территории (поиск площадок для взлета/посадки) – 4 часа; подготовка к полету (сборка самолета, настройка параметров полета, подготовка площадки для взлета/посадки) – 30 минут на каждый полет, итого 2 часа; выполнение полетов – 1 час на каждый полет, итого 4 часа.) составили около 11000 рублей (для выполнения съемки участка подобной площади потребуется 18 часов, или 2,25 рабочих дня. Все технологические операции при организации и выполнении аэрофотосъемки выполняются двумя специалистами.

Альтернативными путями получения данных фотосъемки этой территории являются:

1. Стоимость космического снимка со спутника Quick Bird составляет 25 долларов за 1 квадратный километр. Площадь изучаемого участка – 14 км². Однако минимальная площадь заказа снимка Quick Bird составляет 25 км². Отсюда, затраты на покупку снимка составят 625 долларов (около 19000 руб.). Кроме того, пространственное разрешение снимка Quick Bird составляет 60 см. Этого может оказаться недостаточно для выполнения работ по инвентаризации лесных насаждений в камеральных условиях, что повлечет увеличение объема дорогостоящих и трудоемких полевых работ.

2. Аэрофотосъемка с пилотируемого летательного аппарата. Аренда самолета АН-2 составляет около 32000 рублей в час. По некоторым данным, стоимость аэрофотосъемочных работ в этом случае может достигнуть около 300000 рублей.

Таким образом, применение сверхмалых БПЛА для получения аэрофотоснимков весьма эффективно для небольших по площади участков. Снимки, получаемые с помощью БПЛА на малых высотах, способны обеспечить пользователей ГИС подробной и актуальной информацией и конкретной территории (таксация, противопожарный мониторинг территории).

Перспективным направлением использования БПЛА в лесозаготовках является передача аэрофотоснимков в реальном времени на многооперационные лесные машины (харвестеры, форвардеры), с выводом на дисплей бортового компьютера положения машины вместе с прочими данными карты (местность, площадь лесозаготовки, положение на карте, границы лесосеки, маршруты, основные биотопы, ЛЭП, места расположения штабелей), а также использование в форвардерах данные продукции харвестеров (информация о продукции харвестера, слой маршрута на карте), что облегчает работу оператора форвардера (наглядно видны места заготовки сортиментных групп). Данная возможность способствует эффективному планированию маршрута, а также контролю и рациональному проведению лесосечных, лесоскладских и лесовосстановительных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курсы по ГИС [Электронный ресурс] / Н.А. Ли, В.С. Акишин, Н.А. Бушманов, Г.В. Вольман // Февральские чтения : сб. матер. науч.-практ. конф. профессорско-преподават. состава Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исследоват. раб. в 2007 году (Сыктывкар, 2008 г.) / С.-Петерб. гос. лесотехн. акад., Сыкт. лесн. ин-т (фил.). – Сыктывкар : СЛИ, 2008. – 1 электронный опт. диск (CD-ROM).

УДК 630.362

ИМИТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВАЛОЧНО-ТРЕЛЕВОЧНО-ПРОЦЕССОРНОЙ МАШИНЫ

В.И. Скрыпник,

зав. лаб. технологии лесосечных работ и транспорта леса КарНИИЛПК ПетрГУ, г. Петрозаводск, РФ.

А.В. Кузнецов,

к.т.н., доцент каф. ТОЛК ПетрГУ, г. Петрозаводск, РФ.

kuzalex@psu.karelia.ru

О.Э. Степанищев,

ген. директор ООО «Лидер»

В работе представлена методика проведения имитационных испытаний валочно-трелевочно-процессорной машины (ВТПМ) в реальных производственных условиях. Проведенный анализ показал преимущество комплекса машин ВТПМ-форвардер по сравнению с системой машин харвестер-форвардер.

В рамках комплекса научных исследований в области повышения эффективности лесозаготовительно-транспортных операций и разработки новых перспективных лесных машин [1, 2, 3] были проведены экспериментальные исследования в реальных производственных условиях, с целью получения исходных данных для расчета показателей производительности и технико-экономических показателей работы валочно-трелевочно-процессорной машины (ВТПМ) [3, 4]. Полученные данные необходимы для обоснования эффективности предложенных авторами проекта конструкции и способа работы ВТПМ и разработки технического задания на ОКР по созданию экспериментального образца ВТПМ, обеспечивающей эффективное освоение деловой древесины и подготовку вторичных ресурсов лесосечных работ (энергетической древесины) для их комплексного использования.

Задачи экспериментальных исследований: 1. определение показателей производительности ВТПМ при валке деревьев, наборе пачки путем имитации ее работы с использованием харвестера. 2. определение показателей производительности ВТПМ на трелевке деревьев. 3. определение показателей производительности ВТПМ при обрезке сучьев, раскряжке, частичной сортировке и штабелевке на погрузочной площадке. 4. определение показателей производительности ВТПМ по комплексу работ: валка и укладка деревьев в пачки, трелевка деревьев, обрезка сучьев, раскряжка деревьев, сортировка, штабелевка сортиментов. 5. определение показателей производительности комплекса машин харвестер-форвардер. 6. сравнительный анализ технико-экономических показателей ВТПМ и комплекса машин харвестер-форвардер по циклу работ: валка деревьев – штабелевка сортиментов на лесосеке.

Испытания проводились в марте 2012 г. в лесосырьевой базе ОАО «Кареллеспром» в Пудожском районе Республики Карелия в Шальском лесничестве, делянке 3, квартале 150 при участии ООО «Лидер». Лесосека, в которой проводились испытания, имеет средний запас на га 217 м³, фактический объем деревьев – ель 0,391 м³, береза 0,294 м³, осина 0,548 м³. Рельеф местности пересеченный, уклоны на волоках, по которым производилась транспортировка достигали 10–14°. Грунты на всей площади делянки в замерзшем состоянии, глубина снежного покрова 80–90 см, температура воздуха в период испытаний –1, –13°.

Валочно-трелевочно-процессорная машина (ВТПМ) состоит из базовой машины, включающей энергетический и технологический модуль, на платформе которого установлен зажимной коник и манипулятор с харвестерной головкой, предназначенной для использования в качестве срезающего и процессорного устройства [3, 4]. Производительность ВТПМ определяется путем имитации ее работы с использованием харвестера в двух режимах: 1. Формирование пачек деревьев на лесосеке; 2. Трелевка деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка и штабелевка на погрузочной площадке.

При разработке каждой пасаки машина задним ходом заходит вглубь лесосек и разрабатывает волок (технологический коридор), укладывая деревья по краям, освобождая проезд. Двигаясь в обратном направлении, подбирает сваленные деревья с помощью харвестерной головки, установленной на манипуляторе, укладывает их в коник, а также производит валку деревьев на пасаках в пределах доступности манипулятора. После набора пачки деревьев она трелюется на погрузочную площадку. На погрузочной площадке машина с помощью харвестерной головки производит обрезку (вершинки, сучья, откомлевки) остаются на погрузочной площадке [2]. Практически машина на лесосеке выполняет функции валочно-трелевочной машины, а на погрузочной площадке функции процессора.

Технология работы харвестера при имитации процесса валки и набора пачки ВТПМ заключается в следующем. Так же, как проектируемая валочно-трелевочно-процессорная машина, харвестер задним ходом заходит вглубь лесосеки, укладывая деревья, освобождая проезд (рис. 1а). Двигаясь в обратном направлении, подбирает сваленные деревья и укладывает их по центру волока, и валит деревья на лентах в пределах доступности манипулятора вершинами на волок, причем укладывается комлевая часть деревьев так, чтобы комли деревьев в пачке были выровнены. После того, как в пачку уложены все доступные с одной стоянки деревья, харвестер переезжает на новую стоянку, где все указанные операции производственного цикла повторяются. Таким образом, работа харвестера в режиме работы ВТМ или ВТПМ на лесосеке включает все элементы производственного цикла этих машин на наборе пачки деревьев кроме открытия и закрытия коника.

Проведенные ранее КарНИИЛПОм исследования [5] показывают, что затраты времени на открытие и закрытие коника не превышают 6–7 % от времени набора пачки. При среднем объеме хлыста $0,5 \text{ м}^3$ количество деревьев, обрабатываемых с одной стоянки ≈ 10 шт. Время, затрачиваемое на открытие и закрытие коника – 1,1 с на одно дерево, или 2,2 с на м^3 .



а



б

Рис. 1. Имитация работы ВТПМ

В процессе хронометражных наблюдений фиксировались время на подготовительно-заключительные работы, заправку масла, техническое обслуживание, переезды, простои. Определялось время смены и чистое время работы. В среднем, удельные затраты времени на перемещение в процессе работ составили 4,54 с/дерево или 8,91 с/ м^3 , при скорости 0,543 м/с. Затраты времени на одно дерево на валку-укладку по краям волока составили 12,92 с на одно дерево или 25,3 на м^3 . При валке деревьев на пасаках и укладку их в пачки на волоке затраты времени составляют 27,81 с и 54,54 с/ м^3 . Производительность на час чистого времени работы по рассматриваемому циклу работ составила 77,62 дерева или 39,59 м^3 .

Производительность ВТПМ на трелевке деревьев определялась расчетами. Для получения исходных данных замерялось расстояние, на которое должна производиться трелевка. Фактически среднее расстояние трелевки составило 850 м. Производительность лесотранспортных машин с манипулятором непосредственно на трелевке (после набора пачки деревьев в коник) зависит от объема трелеваемой пачки деревьев и скорости движения машины. Для расчета параметров машины целесообразно принимать пачку, которая может быть сформирована с обеспеченностью 1-2 %, т. е. наибольшую из 50–100 пачек, а для расчета производительности машины следует принимать средний объем пачки для конкретных условий эксплуатации. Площадь поперечного сечения коника ВТПМ принята $2,2 \text{ м}^2$, так же как у валочно-трелевочной машины ОТЗ ТЛК6-04. При среднем диаметре дерева 0,24 м и объеме хлыста $0,51 \text{ м}^3$, коэффициент полндревесности 0,7, объем пачки составляет $13,6 \text{ м}^3$. После валки деревьев и укладки их в пачки на волоке деревья трелюются на погрузочную площадку, где укладываются в небольшие штабеля. В каждый штабель должны укладываться деревья, стрелованные с одной пасаки.

Работа харвестера на погрузочной площадке в режиме процессора организовывается следующим образом. Харвестер подъезжает к штабелю и поочередно производит протаскивание деревьев, обрезку сучьев, раскряжевку на сортименты, сортировку и штабелевку по видам сортиментов и их размерам, т. е. работает в режиме процессора (см. рис. 1б). Древесные отходы (сучья, вершинки, откомлевки) остаются на погрузочной площадке в концентрированном виде.

В процессе хронометражных наблюдений фиксировалось чистое время на указанных операциях, простои по техническим и организационным причинам, количество и объем обработанных деревьев, определялась производительность на час чистого времени работы. После обработки всех деревьев, находящихся в штабеле, определялись объем и количество сортиментов различных типоразмеров. Это производилось по показаниям контрольной аппаратуры харвестера. Кроме того, определялся средний объем деревьев и объем сортиментов различных типоразмеров. После обработки результатов наблюдений определены показатели производительности в м³ на час чистого времени работы, время цикла на одно дерево и заготовленный сортимент.

Производительность на час чистого времени работы составила 39,18 м³. Затраты времени на одно дерево составили 46 сек, на м³ 90,2 сек. Средний объем пиловочника 0,17 м³, средний объем балансов 0,087 м³. Затраты времени на 1 сортимент составили 13,05 сек. После обрезки сучьев и раскряжевки производилась сортировка и штабелевка сортиментов форвардером. Производительность форвардера при работе на погрузочной площадке из-за большей концентрации сортиментов и незначительном расстоянии их транспортировки в 2,85 раза выше, чем при наборе пачки на лесосеке и укладки их в штабеля на погрузочной площадке и составляет, соответственно 35 и 12,3 м³/ч.

Далее определялась производительность ВТПМ по комплексу работ: прокладка волока с укладкой деревьев по краям волока, валка деревьев на пасаках с укладкой в пачки в волоке, трелевка деревьев на погрузочную площадку, раскряжевка и укладка в штабеля на погрузочной площадке, а также форвардера, работающего на погрузочной площадке. Производительность определена с использованием показателей, полученных в ходе экспериментальных исследований. Часовая производительность ВТПМ по комплексу работ валка деревьев, трелевка, обрезка сучьев, раскряжевка на погрузочной площадке составила 12,68 м³/ч.

Для определения в сопоставимых условиях (в одной лесосеке) производительности ВТПМ и комплекса машин харвестер-форвардер хронометражные наблюдения за работой харвестера и форвардера производились в той же лесосеке, где и имитация работы ВТПМ.

Результаты расчета технико-экономических показателей работы систем машин представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели работы систем машин

Системы машин	Выполняемые операции	Выработка в смену, м ³	Балансовая стоимость, тыс. руб.	Годовая выработка, м ³	Затраты в смену, руб.	Уд. экспл. затраты,	Уд. кап. вложения, руб/ м ³	Выработка на чел-день, м ³
Технико-экономические показатели работы машин при заготовке леса в сортиментах								
1. Харвестер	Валка, обрезка, раскряжевка	134,5	15400	29590	15634	116,2	567	50,12
Форвардер	Трелевка, сортировка, штабелевка	79,9	9160	17578	10442	130,7	521	
По комплексу машин	Валка-штабелевка	–	–	–	–	246,9	10280	
2. Валочно-трелевочно-процессорная машина	Валка, трелевка, обрезка сучьев, раскряжевка, штабелевка	82,45	15400	18139	15,636	189,7	861,9	60,5
Форвардер	Работа на погрузочной площадке при формировании штабелей	227,5	9160	50058	10441	45,99	183	
По комплексу машин						235,6	1044,9	

Для объективной оценки машин и комплексов машин по производительности и технико-экономическим показателям принято одинаковое время чистой работы в смену (390 мин). В качестве исходных данных принята производительность машин, полученная в результате испытаний. Удельные эксплуатационные расходы составили по циклу работ валка деревьев на лесосеке – штабелевка сортиментов на погрузочной площадке для комплекса машин харвестер-форвардер – 247 руб., для валочно-трелевочно-процессорной машины и форвардера 235,6 руб. Удельные капитальные вложения практически одинаковы. Выработка на человеко-день по тому же циклу работ комплекса ВТПМ-форвардер на 20 % выше, чем комплекса харвестер-форвардер на 20,1 %. Таким образом, преимущества комплекса ВТПМ-форвардер по сравнению с системой машин харвестер-форвардер неоспоримы.

При оценке технологий следует учесть, что при работе ВТПМ кроме сортиментов на погрузочной площадке в концентрированном виде остаются древесные отходы (сучья, вершинки, откомлевки). Использование на щепу древесных отходов, находящихся на погрузочной площадке более эффективно, чем находящихся на лесосеке, из-за большей их концентрации и минимизации переездов рубильной машины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вывозка леса автопоездами. Техника. Технология. Организация / И.Р. Шегельман, В.И. Скрыпник, А.В. Кузнецов, А.В. Пладов. – СПб: ПРОФИКС, 2008. – 304 с.
2. Шегельман И.Р. Анализ показателей работы и оценка эффективности лесозаготовительных машин в различных природно-производственных условиях / И.Р. Шегельман, В.И. Скрыпник, А.В. Кузнецов // Ученые записки ПетрГУ. – 2010. – № 4 (109). – С. 66–75.
3. Валочно-трелевочно-процессорная машина: пат. на полезную модель / Шегельман И.Р., Скрыпник В.И. – № 94111; опубл. 2010.05.20.
4. Способ выполнения лесосечных работ агрегатной машиной: пат. на изобретение / Шегельман И.Р. Скрыпник В.И., Будник П.В., Баклагин В.Н. – №: 2426303; опубл. 20.08.2011.
5. Проведение исследований и разработка рекомендаций по совершенствованию параметров и технологии работы машин АО ОТЗ: отчет о НИР / КарНИИЛП; рук. Скрыпник В.И. – Петрозаводск, 1993. – 119 с. – Инв. № 45-1160-93.

УДК 630.323.4

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ НА ЛЕСОПЕРЕВАЛОЧНЫХ БАЗАХ ДЛЯ ВЫПИЛОВКИ СЫРЬЯ ДЛЯ МАЧТОПРОПИТОЧНЫХ ЗАВОДОВ

И.И. Тихонов,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.
tlzp@inbox.ru

О.А. Куницкая,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

С.С. Бурмистрова,

аспирант ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.

В статье предложен новый способ программного раскроя-раскряжевки хлыстов, рекомендуемый для использования на лесопромышленных складах холдингов, имеющих в своем составе пропиточные заводы, который позволяет повысить выход сырья для мачтопропиточных заводов.

В настоящее время на территории России успешно работает целый ряд мачтопропиточных заводов и география их распространения довольно широка, например, Лодейнопольский мачтопропиточный завод, Сеесъярвский мачтопропиточный завод, Ленинградский мачтопропиточный завод, Серовский мачтопропиточный завод, Белоярский мачтопропиточный завод. В их продукцию входят шпалы деревянные пропитанные, деревянные опоры линий электропередач, столбы телеграфные и т.д., для изготовления продукции используются сосна, ель, кедр, пихта, береза и другие породы.

Часть таких предприятий входит в крупные промышленные холдинги, например, Котельничский мачтопропиточный завод (Кировская область), входящий в производственно-коммерческий холдинг «Проминдустрия».

Несмотря на то, что в ряде регионов России увеличивается доля заготовки древесины по сортиментной технологии, хлыстовая технология заготовки древесины по-прежнему является наиболее распространенной в Российской Федерации, в настоящее время на нее приходится около 80 % всего заготавливаемого леса, а в США и Канаде более 85% [1]. Хлыстовая заготовка древесины предусматривает выполнение раскряжевки хлыстов на лесопромышленных складах различного назначения и принадлежности. В условиях крупных лесных холдингов, включающих в себя несколько территориально удаленных деревоперерабатывающих предприятий, это могут быть как нижние склады леспромхозов (входящих в холдинг), так и лесоперевалочные базы, на которые древесина поступает от нескольких поставщиков (заготовительных участков) и после определенной обработки (раскряжевки и сортировки) отгружается ряду потребителей (деревоперерабатывающих предприятий), имеющих свои определенные размерно-качественные требования к сырью [2].

Операция поперечной распиловки (раскряжевки) является одной из наиболее распространенных и ответственных в технологическом процессе первичной обработки леса. От того насколько качественно она выполняется (оптимальность назначения длин отрезков и точность их отмера) ощутимо зависит и прибыль предприятия в целом. На большей части лесоперевалочных баз лесопромышленных холдингов, как и на нижних складах их лесозаготовительных участков, производится раскряжевка на ограниченное количество заготовок сортиментов (3-4), при достаточно значительном грузообороте этих складов, особенно лесоперевалочных баз.

К сырью для мачтопропиточных заводов предъявляются определенные требования, как по породам древесины, так и по размерно-качественным признакам. Например, детали опор изготавливают из сосны 1 и 2 сорта по ГОСТ 9463–88, из комлевой части ствола деревьев. Для деталей опор установлены два требования к диаметру: диаметр в верхнем торце (d) и диаметр на расстоянии 1,5 метра от нижнего торца (D) [4].

С целью оптимизации выхода полезной продукции, в том числе и сырья для мачтопропиточных заводов, при программном раскрое предлагается система автоматизированного управления раскром-раскряжкой хлыстов [3].

В случае относительно небольших объемов раскряжки, в пределах 150 тыс. м³ в год [2], целесообразно для этой цели использовать раскряжечные установки с продольным перемещением хлыстов, оснатив их системой автоматизированного оперативного управления процессом раскром-раскряжки хлыстов при их продольном перемещении.

Схема раскряжечной установки, оснащенной системой автоматизированного оперативного управления, представлена на рис. 1.

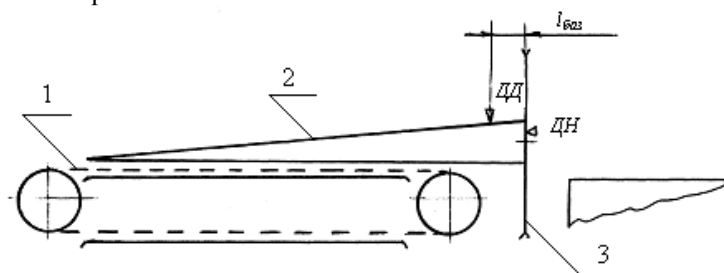


Рис. 1. Схема раскряжечной установки оснащенной системой автоматизированного оперативного управления:
1 – механизм продольного перемещения хлыста; 2 – хлысты; 3 – пильный механизм

Хлыст, поступивший на раскряжку, перемещается до ДН – датчика наличия, который включает в действие систему автоматизированного оперативного управления процессом раскром-раскряжки.

Датчик, измеряющий диаметры хлыста ДД устанавливается на расстоянии $l_{баз}$ от плоскости пил пильного механизма. Величина $l_{баз}$ должна быть меньше или равна минимальному значению номинальной длины опор, изготавливаемых на предприятии:

$$l_{баз} \leq l_{ном \min} \cdot \quad (1)$$

После измерения диаметра хлыста, с помощью системы автоматизированного оперативного управления раскром-раскряжкой хлыстов, включающей блок памяти, содержащий параметры опор, планируемых к производству, узел измерения параметров хлыста, механизм перемещения хлыста, пильный механизм, функционально связанные друг с другом, с узлом измерения параметров хлыста и блоком памяти – блоки расчета толщины коры, величины сбега участка хлыста, длины зоны, блок расчета оптимальной схемы раскром-раскряжки зоны хлыста, блоки сравнения и коррекции, исполнительное устройство перемещения хлыста и распила, а также устройства сортировки и маркировки полученных опор, отличающаяся тем, что система автоматизированного управления выполнена с возможностью проведения последовательной оптимизации раскром-раскряжки зон сортиментов по размерному показателю при выпиливании каждой опоры.

Задачей оператора является ввод параметров опор, планируемых к производству, при необходимости их ценовых показателей, а также определение породы хлыстов, поступающих на раскряжку, ввод этого показателя в систему управления, определение различных дефектов и пороков ствола и переход, при необходимости, на ручное управление раскром-раскряжкой.

Толщина коры Δ_{ki} , мм, рассчитывается по эмпирической зависимости:

$$\Delta_{ki} = a + \epsilon_0 (D_i - 100), \quad (2)$$

где D_i – диаметр ствола на расстоянии 1,5 м от нижнего торца, мм;

a , ϵ_0 – эмпирические коэффициенты, зависящие от породы дерева: для сосны $a = 2,8$ мм, $\epsilon_0 = 0,018$; для ели $a = 3$ мм, $\epsilon_0 = 0,024$; для березы $a = 2,8$ мм, $\epsilon_0 = 0,018$; для осины $a = 11,2$ мм, $\epsilon_0 = 0,072$.

Величина сбега стволов S_i в общем виде рассчитывается по формуле:

$$S_i = \frac{([D_{(1+i)} - 2\Delta_{k(1+i)}] - [d_{(1+i)} - 2\Delta_{k(1+i)}])}{l_{баз}}, \quad (3)$$

где $D_{(1+i)}$ – диаметр ствола на расстоянии 1,5 м от плоскости среза, см;

$d_{(1+i)}$ – диаметры отрезков ствола на расстоянии $l_{баз}$ от плоскости отрезка, где замерялся $D_{(1+i)}$.

Применительно к производству деталей опор, минимальное значение $l_{баз \min}$ может равняться 3,5 м, т.е. равняться $l_{ном \min}$.

Прогнозируемая расчетная длина зоны деталей опор $l_{зоны}$ в метрах, рассчитывается по зависимости:

$$l_{зоны} = \frac{D_{(1+i)} - d_{\min(1+i)} - 2\Delta_{\kappa(1+i)}}{S_i}, \quad (4)$$

где $d_{\min(1+i)}$ – минимальные планируемые диаметры верхнего торца деталей опор, см.

Оптимальная схема раскроя ствола зон деталей опор рассчитывается из следующего условия:

$$l_{зоны} - (l_1 + l_2 + \dots + l_i) \rightarrow \min, \quad (5)$$

где l_1-l_i – номинальные длины отрезков, которые можно выпилить из расчетной зоны ствола.

В случае, если две или более схем раскроя дают одинаковую разницу между длиной зоны и суммой длин деталей, предпочтение следует отдавать схеме, в которой длина первой опоры наибольшая.

Объем опор и сумма товарной продукции из каждого ствола могут быть определены по выражению:

$$\sum_1^i ТП = \frac{\pi \left(\frac{D_{\kappa 1} + d_{\delta 1}}{2} \right)^2}{4} l_1 Ц_1 + \frac{\pi \left(\frac{D_{\kappa 2} + d_{\delta 2}}{2} \right)^2}{4} l_2 Ц_2 + \dots + \frac{\pi \left(\frac{D_{\kappa i} + d_{\delta i}}{2} \right)^2}{4} l_i Ц_i, \quad (6)$$

где $D_{\kappa 1}-D_{\kappa i}$ – диаметры опор в нижнем отрезе, м;

$d_{\delta 1}-d_{\delta i}$ – диаметры опор в верхнем отрезе, м;

l_1-l_i – длины опор, м;

$Ц_1-Ц_i$ – цена за реализацию одного кубометра опор, руб/м³.

Контрольное измерение диаметров опор в верхнем отрезе d_{δ} позволяет исключить попадание сортиментов, имеющих меньшие значения d_{δ} в карманы накопителя, а затем и потребителям опор.

Результаты раскряжевки и сортировки, т.е. объемы опор рассортированные по размерным, породным и качественным признакам, могут оцениваться и по стоимостному показателю, по количеству товарной продукции, производимой предприятием в различные временные отрезки.

Такой процесс автоматизированного управления раскряжевкой-сортировкой обеспечивает повышение эффективности деятельности предприятия, при минимальных затратах, так как предлагаемая система управления может устанавливаться на любых существующих раскряжевочных установках с продольным перемещением хлыста, таких как ПЛХ-3АС, ЛО-15С, ЛО-15А, ЛО-30 и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология и оборудование лесопромышленных производств. Технология и машины лесосечных работ: учебное пособие / И.В. Григорьев, А.К. Редькин, В.Д. Валяжонков, А.В. Матросов. – СПб.: Изд-во ЛТА, 2010. – 330 с.
2. Пятакин В.И. Технология и оборудование лесных складов и лесобрабатывающих цехов: учебник для студ. высш. учебн. Заведений / В.И. Пятакин, А.К. Редькин, С.М. Базаров; под редакцией В.И. Пятакина. – М.: Изд-во Московского государственного университета леса, 2008. – 384 с.
3. Тихонов И.И. Автоматизированные системы управления технологическими процессами лесозаготовок (АСУТП): методические указания по курсовому проектированию / И.И. Тихонов. – СПб.: СПбГЛТА, 2007. – 27 с.
4. Повышение эффективности заготовки сырья для мачтопропиточных заводов при проведении лесосечных работ / О.А. Куницкая, И.И. Тихонов, С.С. Бурмистрова, И.В. Григорьев // Научное обозрение. – 2011. – № 4. – С. 78–85.

УДК 630.36

БУФЕРНЫЙ МАГАЗИН С ОТСЕКATEЛЕМ С ПОСТОЯННОЙ ДЛИНОЙ ЗАХВАТА

П.Е. Царев,

аспирант кафедры ДОП ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

TsPavel@mail.ru

А.Н. Чемоданов,

канд. техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

ChemodanovAN@marstu.net

В статье рассматриваются устройство и установка для исследования поштучной выдачи круглых лесоматериалов.

Максимальное использование технических возможностей эксплуатируемого оборудования считается наиболее целесообразным способом повышения эффективности производственного процесса. Зачастую необходимы минимальные затраты для создания необходимых условий, при которых станки и установки выдерживают свои технические характеристики. Особенно это важно при проектировании

и эксплуатации современных поточных линий. В деревообрабатывающем производстве поточные линии включают в свой состав оборудование, как зависящее от геометрических размеров обрабатываемых заготовок, так и не зависящее. На отдельных участках линий обрабатываются пачки лесоматериалов, на других происходит поштучная обработка. Согласование работы этих участков, то есть переход от групповой обработки к поштучной, является достаточно сложной задачей, особенно если геометрические размеры заготовок переменны.

Простой пример такой ситуации – подача пиловочных бревен с буферной площадки к лесопильному станку. На кафедре ДОП МарГТУ это направление исследований достаточно успешно развивается, получено большое количество авторских свидетельств и патентов, в этом направлении работают несколько магистрантов, аспирант. Главное содержание работы – высокая разрешающая способность, надежность работы, простота конструкции, отсутствие сложных автоматических систем.

Одно из таких устройств поясняется рис. 1, рис. 2.

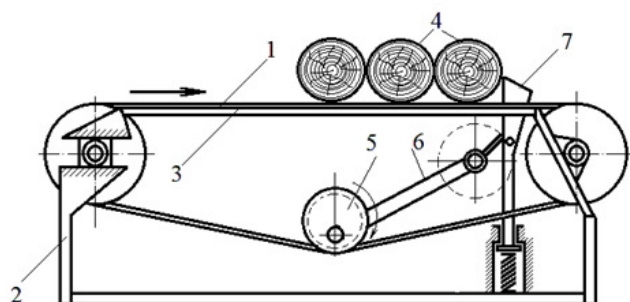


Рис. 1. Общий вид устройства сбоку:
1 – цепной транспортер; 2 – рама; 3 – направляющие;
4 – бревна; 5 – эксцентриковое устройство;
6 – цепная передача; 7 – отсекатель

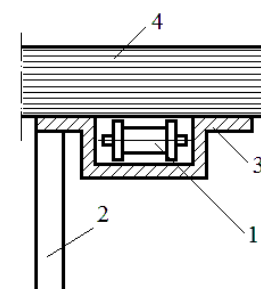


Рис. 2. Фрагмент сечения устройства по тяговому органу:
1 – цепной транспортер; 2 – рама;
3 – направляющие; 4 – бревно

Предлагаемое устройство содержит поперечный цепной транспортер 1, смонтированный на раме 2 в пазах направляющих 3, на верхней ветви тягового органа 1 расположены бревна 4, а в нижней части сверху холостой ветви тягового органа 1, смонтировано эксцентриковое устройство 5, вал которого соединен с приводом, а посредством цепной передачи 6 с отсекателем 7.

Буферный магазин работает следующим образом. Рабочие верхние ветви тягового органа 1 перемещаются в направляющих 3, имеющие паз в продольном направлении по всей длине, и выступают над ними при натяжении тягового органа 1, поднимая щет бревен 4 над направляющими 3. Происходит движение бревен 4 в сторону выдачи. При снижении натяжения тяговый орган 1 под собственным весом провисает в паз направляющих 3, бревна 4 ложатся на направляющие 3 и останавливаются, энергозатраты на трение цепей 1 о бревна 4 прекращаются. Натяжение тягового органа 1 меняется эксцентриковым устройством 5, привод которого работает посредством цепной передачи 6 синхронно с приводом отсекателей 7 и тягового органа 1. При опускании отсекателя эксцентриковое устройство с цепной передачей производит натяжение тягового органа, который поднимает бревна над направляющими и перемещает их в сторону выдачи к следующему станку. Когда крайнее бревно проходит над отсекателем, последний начинает подниматься вверх, при помощи привода поворачивает эксцентрик, который снижает натяжение тягового органа поперечного транспортера, бревна опускаются на направляющие и прекращают свое движение, отсекатель при этом находится в верхнем положении, отделяя крайнее бревно от щети бревен, затем цикл выдачи повторяется. Конструкция устройства позволяет расширить его технологические возможности посредством повышения его разрешающей способности обеспечения работы в автоматическом режиме.

Получено положительное решение о защите устройства патентом РФ, создана действующая модель (масштаб 1:10) устройства рис. 3, ведутся исследования по определению разрешающей способности устройства, величины давления щети бревен на отсекатель и оптимальных технологических параметров.

Для измерения усилий используется электротензометрический метод [1], сущность которого заключается на измерении напряжений и усилий с помощью тензодатчиков (преобразователей механических величин в электрические) при помощи измерительного устройства АТН-801.

Модельная установка состоит из основания 1, к которому на шарнире прикреплен рабочий стол 2, в состав которого входит поперечный цепной транспортер 3, отсекатель 4 с измерительным устройством 5, блок приводных шкивов 6, наклонный накопитель 7 и приемный лоток 8. На верхней части цепей поперечного цепного транспортера 3 находятся модельные бревна 9.

Работа установки происходит следующим образом (рис. 1). После включения электродвигателя установки, через блок приводных шкивов 6 вращение передается на вал 10, на котором жестко закреплены звездочки 11 с цепями 3 поперечного транспортера. Бревна, находящиеся на наклонном накопителе 7, цепях 3 на рабочем столе 2, двигаются с той же скоростью что и скорость цепей 3 поперечного цепного

транспортера. При достижении отсекаателя 4 крайнее бревно 9 упирается в балку 5, с тензометрическими датчиками 12, закрепленную на отсекаателе 4, тензометрический датчик 12 воспринимает нагрузку и передает импульс на плату измерительного устройства, а затем результат измерения выводится на дисплей 13. При необходимости выдачи одного бревна 9 отсекаатель 4 начинает опускаться вниз до тех пор пока не выйдет из соприкосновения с бревном 9, затем его скорость возрастает и превышает скорость движения цепей 3 цепного транспортера до крайней нижней точки ($V=0$). Когда крайнее бревно 9 проходит над отсекаателем 4, последний начинает подниматься вверх, отделяя крайнее бревно 9 от щети бревен, и возвращается в верхнее положение, затем цикл выдачи повторяется.



Рис. 3. Модельная установка:

1 – рама (основание); 2 – рабочий стол; 3 – цепь поперечного транспортера; 4 – отсекаатель; 5 – балка;
6 – блок приводных шкивов; 7 – наклонная; 8 – приемный лоток; 9 – модельные бревна; 10 – вал; 11 – звездочка;
12 – тензометрический датчик; 13 – дисплей

В зависимости от количества бревен в щети, величины угла наклона рабочего стола относительно горизонтальной поверхности, угла наклонного накопителя, скорости движения цепного транспортера, расположения диаметров бревен по длине щети, определяли граничные условия стабильной работы установки в целом, а в частности надежной гарантированной поштучной выдачи круглых лесоматериалов.

ВЫВОД

- Практическая сторона разработки устройства и проведение исследований направлена на снижение энергоемкости процесса перемещения, удержания и поштучной выдачи бревен путем выбора необходимых параметров установок для поштучной выдачи круглых лесоматериалов;
- Теоретическое значение результатов исследования заключается в возможности более точного определения сил, возникающих в данной системе при различных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электротензометрический метод исследования лесозаготовительной техники: учебное пособие / ПЛТИ; под ред. В.И. Мельникова. – Йошкар-Ола, 1965. – 45 с.

УДК 630.362/367

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВАЛОЧНО-СУЧКОРЕЗНО-РАСКРЯЖЁВОЧНОЙ МАШИНЫ

М.В. Цыгарова,

доцент, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО УГТУ, г. Ухта, РФ.
mtsugarova@mail.ru

В статье рассматривается влияние природных и технических условий на производительность валочно-сучкорезно-раскряжёвочной машины (ВСРМ).

Площадь, разрабатываемая валочно-сучкорезно-раскряжёвочной машиной с одной технологической стоянки, определяется по формуле (m^3):

$$F = \frac{K_2 R - r}{2} \sqrt{4(K_2 R^2) - (K_2 R - r)^2 + K_2 R^2} \cdot \arcsin \frac{K_2 R - r}{2Kr}, \quad (1)$$

где R и r – максимальный и минимальный вылет манипулятора;

K_2 – коэффициент, учитывающий использование максимального вылета манипулятора, зависит от лесоводственных требований к технологическим процессам заготовки древесины.

Объем пачки, формируемой с одной технологической стойки ВСРМ, определяется по формуле (m^2):

$$M_F = \frac{q k_i F}{10^4}, \quad (2)$$

где q – средний запас леса на гектаре, m^3 ;

k_i – доля вырубаемого компонента;

F – площадь, обрабатываемая с одной стойки, m^2 .

Расчетная часовая производительность ВСРМ ($m^3/ч$) определяется уравнением:

$$P_p = \frac{3600\phi_1}{T_{ц}}, \quad (3)$$

где ϕ_1 – коэффициент использования рабочего времени;

$t_{ц}$ – время цикла, с.

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + (t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}) \cdot n_{ПР} + t_{10} + Q/V_{ХЛ}t_{12}, \quad (4)$$

где $n_{ПР}$ – количество пропилов.

Время очистки дерева от сучьев t_9 совмещено со временем протаскивания его через ножи t_8 , т.е. $t_9 = 0$, а время сброса сортиментов t_{11} совмещено с раскряжевкой, т.е. $t_{11} = 0$

Продолжительность наведения харвестерной головки на дерево и продолжительность подтягивания дерева к машине в расчете на одно дерево определяется по формуле:

$$t_1 + t_2 = \frac{2}{v_{НАД}} \left[\frac{2}{3} \left(\frac{R^3 - r^3}{R^3 - r^3} \right) - r \right] \frac{Q}{V_{ХЛ}}, \quad (5)$$

где $\vartheta_{над}$ – скорость наведения харвестерной головки; $\vartheta_{над} = 0,20 \dots 0,22$ м/с.

Затраты времени на зажим t_4 дерева практически не зависят от диаметра дерева и составляют 2...3 с/дерево.

Продолжительность срезания дерева определяется из уравнения:

$$t_{10} = \frac{\pi d_{CP}^2}{4P_{чп}\phi}, \quad (6)$$

где $P_{чп}$ – производительность чистого пиления срезающего механизм;

$\phi_{чп}$ – коэффициент использования чистого пиления;

$d_{ср}$ – диаметр дерева в месте срезания.

Продолжительность поворота t_2 стрелы манипулятора на дерево, которое необходимо спиливать вычисляется по формуле:

$$t_2 = \frac{60\alpha}{2\pi n}, \quad (7)$$

где n – частота вращения стрелы манипулятора;

α – средний угол поворота стрелы манипулятора при срезании деревьев.

Продолжительность протаскивания дерева вычисляется по формуле:

$$t_8 = \frac{l_{СОРТ}}{v_{ПРОТ}} (n_{СОРТ} - 1), \quad (8)$$

где $n_{сорт}$ – количество выпиливаемых сортиментов;

$l_{сорт}$ – средняя длина выпиливаемых сортиментов;

$v_{прот}$ – скорость протаскивания дерева через сучкорезные ножи.

Продолжительность одного реза t_{10} вычисляется по формуле:

$$t_{10} = \frac{\pi d_{CP}^2}{4P_{чп}\phi}, \quad (9)$$

где $d_{ср}$ – средний диаметр пропила в месте раскряжевки вычисляется по формуле:

$$d_{CP} = 1,25 \sqrt{\frac{V_{ХЛ}}{\ell_D}}, \quad (10)$$

где l_D – длина обрабатываемого дерева.

Средние затраты времени на переезд от одной группы деревьев к другой составляют 20,8 с. С учетом вылета манипулятора время будет равно:

$$t_{12} = \frac{\ell_M K_3}{v_{ПЕР} F}, \quad (11)$$

где ℓ_M – вылет манипулятора;

K_3 – коэффициент, учитывающий захлапленность лесосеки, $K_3=1 \dots 6$.

Число деревьев, срезаемых ВСРМ с одной рабочей позиции n_1 , определяется по формуле (шт.):

$$n_1 = \frac{Q}{V_{ХЛ}}, \quad (12)$$

Объем срезаемых деревьев определяется по формуле:

$$Q = \frac{qF}{10^4}, \quad (13)$$

Таким образом, формула расчетной производительности ВСРМ будет иметь вид:

$$П_{СМ}^{ВСРМ} = \frac{T_{СМ} K_{ИС} V_{ХЛ}}{\frac{2}{v_{нав}} \left[\frac{2}{3} \left(\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right) - r \right] \frac{V_{ХЛ} 10^4}{q F} + \frac{\pi d_{СР}^2}{4 П_{ЧП} \varphi} + 6,6 + \left[\frac{60\alpha}{2\pi \cdot n} + \frac{\ell_{СОПТ}}{v_{ПРОП}} + \frac{\pi d_{СР}^2}{4 П_{ЧП} \varphi} \right] (n_{СОПТ} - 1) + \frac{\ell_M K_3}{V_{ПЕР} F}}, \quad (14)$$

где $v_{ПЕР}$ – скорость переезда;

$K_{ИСП}$ – коэффициент использования рабочего времени.

Пример расчёта по формулам (1) и (2):

при $R = 4$ м

$$F = \frac{0,8 \cdot 4 - 1,5}{2} \sqrt{4(0,8 \cdot 4) - (0,8 \cdot 4 - 1,5)^2} + (0,8 \cdot 4) \cdot \arcsin \frac{0,8 \cdot 4 - 1,5}{2 \cdot 0,8 \cdot 1,5} = 8,66 \text{ м}^3.$$

Объем пачки, формируемой с одной технологической стоянки:

$$M_i = \frac{130 \cdot 1 \cdot 8,66}{10^4} = 0,11.$$

Сменная производительность ВСРМ при вылете манипулятора $R = 4$ м будет равна:

$$П_{СМ}^{ВСРМ} = \frac{8 \cdot 3600 \cdot 0,9 \cdot 0,19}{0,22 \left[\frac{2}{3} \left(\frac{4^3 - 1,5^3}{4^2 - 1,5^2} \right) - 1,5 \right] \cdot \frac{0,19 \cdot 10^4}{130 \cdot 8,66} + \frac{\pi \cdot 0,16^2}{4 \cdot 0,04 \cdot \varphi} + 6,6 + \left[\frac{60 \cdot 35}{2 \cdot \pi \cdot 70} + \frac{4}{0,5} + \frac{\pi \cdot 0,13^2}{4 \cdot 0,04 \cdot 0,9} \right] (4 - 1) + \frac{4 \cdot 1,9}{8,66 \cdot 0,2}} = 52 \text{ м}^3 / \text{см}.$$

Таблица 1

Определение оптимальной длины манипулятора ВСРМ при скорости передвижения $V_{ПЕР} = 0,2$ м/с

Показатели	Вылет манипулятора (м) при скорости передвижения $V_{ПЕР} = 0,2$ м/с					
	4,0	5,5	7,0	9,5	11,0	12,5
Площадь обрабатываемая с одной стоянки, м ²	8,7	20,1	36,0	72,2	99,8	131,8
Объем древесины срубаемой с одной технологической стоянки, м ³	0,12	0,35	0,69	1,13	1,69	2,35
Сменная производительность $П_{СМ}$, м ³	52	56	58	60	54	45

Таблица 2

Определение оптимальной длины манипулятора ВСРМ при скорости передвижения $V_{ПЕР} = 0,4$ м/с

Показатели	Вылет манипулятора (м) при скорости передвижения $V_{ПЕР} = 0,4$ м/с					
	4,0	5,5	7,0	9,5	11,0	12,5
Площадь обрабатываемая с одной стоянки, м ²	8,7	20,1	36,0	72,2	99,8	131,8
Объем древесины срубаемой с одной технологической стоянки, м ³	0,12	0,35	0,69	1,13	1,69	2,35
Сменная производительность $П_{СМ}$, м ³	63	67	70	73	67	58

Таблица 3

Определение оптимальной длины манипулятора ВСРМ при скорости передвижения $V_{\text{ПЕР}} = 0,6$ м/с

Показатели	Вылет манипулятора (м) при скорости передвижения $V_{\text{ПЕР}} = 0,6$ м/с					
	4,0	5,5	7,0	9,5	11,0	12,5
Площадь обрабатываемая с одной стоянки, м ²	8,7	20,1	36,0	72,2	99,8	131,8
Объем древесины срубаемой с одной технологической стоянки, м ³	0,12	0,35	0,69	1,13	1,69	2,35
Сменная производительность $P_{\text{СМ}}$, м ³	69	73	76	80	74	65

Таким образом, на основании выполненных расчётов, можно сделать вывод о том, что производительность ВСРМ будет максимальной при скорости переезда 0,6 м/с и вылете манипулятора 9,5 м. Дальнейшее увеличение вылета манипулятора приводит к снижению производительности ВСРМ.

Нами составлен алгоритм и разработана программа на языке QBasic для выполнения расчетов по определению производительности ВСРМ.

УДК 630.232.427

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА В КОНСТРУКЦИЯХ ЛЕСОПОСАДОЧНЫХ МАШИН

М.В. Шавков,

аспирант кафедры МЛХ и ПМ ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ
mikhvit737@mail.ru

Для усовершенствования лесопосадочных машин и повышения качества механизированной посадки в статье обосновывается использование новой конструкции комбинированного сошника.

В настоящее время существует большое количество лесопосадочных машин как отечественного, так и зарубежного производства. Конструкция, каждой из которых, зависит от конкретных задач и условий эксплуатации. Но, не смотря на все различия, они обладают общим технологическим процессом, состоящим из подготовки посадочного места, подачи в него растения и заделки корней почвой. И как следствие имеют одинаковую схему и последовательность расположения основных рабочих органов. В результате чего им свойственны общие недостатки, связанные с обеспечением сбалансированной работы производимых операций и применяемых узлов. Поэтому необходимо использовать принципиально новые конструктивные решения, которые смогут изменить исторически сложившуюся схему конструкций лесопосадочных машин и функций рабочих органов.

Новой ступенью развития конструкций лесопосадочных машин должно стать создание унифицированных рабочих органов, выполняющих несколько операций одновременно, с возможным осуществлением необходимых регулировок для использования агрегата на различных рельефах и типах почв. Одним из таких решений является использование в конструкциях лесопосадочных машин комбинированного сошника, который обладает рядом преимуществ по сравнению с серийными образцами.

Существующие сошники выполняет только одну функцию создания посадочного места. Образование борозды состоит в рыхлении почвы грудью сошника, подъеме ее верх и сдвига в стороны. По обе стороны борозды образуются гребни рыхлой почвы, которые после прохода сошника обрушаются на дно борозды. Эти гребни являются деформированным верхним подсушенным слоем почвы и при попадании на дно борозды образуются воздушные пустоты, которые оказывают негативное воздействие на приживаемость растений [1]. Возникающие упругие силы при деформировании почвы со стороны груди сошника направлены не только вверх на выталкивание почвы, но также оказывают воздействие и в горизонтальной плоскости, что приводит к уплотнению стенок борозды, в результате чего усложняется дальнейшая ее заделка.

За счет обрушения верхнего слоя почвы борозда заделывается только частично и для полной заделки используются уплотняющие катки, которые образуют перед собой почвенную волну и направляют ее в борозду [2]. Таким образом, катки выполняют две функции, как заделку борозды, так и уплотнение почвы вокруг корней растения.

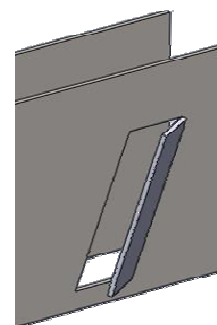
В результате борозда заделывается двумя почвенными потоками, которые направлены навстречу друг к другу, от уплотняющих катков и обрушения почвы за задним обрезом сошника. При этом возникает сложность в определении расстояния между задним обрезом сошника и уплотняющими катками, необходимо чтобы почвенная волна от катков не мешала осыпанию почвы за сошником. Поскольку процесс осыпания протекает во времени, в течение которого сошник проходит путь со скоростью агрегата, то смыкание почвенных масс происходит на некотором расстоянии от сошника. Это расстояние зависит от скорости агрегата и увеличивается на влажных и связанных почвах. В свою очередь величина

почвенного валика от уплотняющих катков также зависит от физико-механических свойств почвы и от скорости движения [3].

В существующих конструкциях лесопосадочных машин используются ротационные посадочные механизмы, которые могут обеспечить сеянцу вертикальное спокойное положение только в одной точке, поэтому высаживаемое растение необходимо подать в то место борозды, где встречаются два почвенных потока заделывающих борозду. Если сеянец будет подан раньше осыпания почвы за сошником, то он не сможет закрепиться, сохранить вертикального положения и будет засыпан следом идущей почвенной волной от уплотняющих катков. С другой стороны подача растения после осыпания почвы из гребней борозды не обеспечит заданной глубины заделки корневой шейки, что приведет к ее деформации.

Таким образом, использование существующих конструкций лесопосадочных машин при разных скоростных режимах и на различных типах почв требует регулировки расположения уплотняющих катков и посадочного аппарата на раме машины. Но изменение расположения посадочного аппарата приведет к целому ряду серьезных доработок связанных перестановкой сиденья сажальщика, подножки, лотка с посадочным материалом, приемного столика, изменению длины цепи, посредством которой приводится в действие посадочный аппарат. В силу выше изложенных причин обусловлено многообразие видов лесопосадочных машин, конструктивные особенности которых зависят от условий эксплуатации.

Для устранения выше перечисленных недостатков и создания универсальной лесопосадочной машины, способной работать на различных типах почв, на кафедре механизации лесного хозяйства и проектирования машин ВГЛТА разработана новая конструкция комбинированного сошника (рис. 1). Отличительной особенностью предлагаемого сошника является его возможность производить не только образование борозды, но и ее заделку. Для этого в стенках сошника изготовлены окна с захватами, с помощью которых почва подается внутрь сошника, тем самым, производя постепенную заделку борозды непосредственно в сошнике [4]. Почвозаделывающие окна имеют наклонную форму для обеспечения подачи почвы без перемешивания почвенных слоев относительно друг друга. В результате чего представленный способ заделки внутри сошника позволяет исключить попадания верхнего подсушенного слоя на дно борозды, т.е. исключить образование воздушных пустот.



сошник лесопосадочной
машины с захватами

При использовании предлагаемого комбинированного сошника подача сеянцев осуществляется внутрь сошника перед почвозаделывающими окнами, при этом сеянец должен иметь нулевую скорость в течение всего процесса заделки корней почвой. Для этого можно использовать ручной труд, но он характеризуется низкой производительностью и не может обеспечить соблюдения заданного шага посадки. Поэтому в данном случае целесообразно использовать цепные или ременные посадочные аппараты, обладающие горизонтальным участком движения захвата, что позволяет сеянцу сохранять спокойное вертикальное положение в течение всего процесса посадки.

Также заделка внутри сошника исключает процесс заполнения борозды за счет почвенной волны от уплотняющих катков, в результате чего каткам остается выполнить только одну функцию – уплотнить почву вокруг корней растения, что исключает физического воздействия на сеянец со стороны почвенной волны, которое приводило к его наклону в направлении движения агрегата [5]. При этом отсутствие почвенных потоков, с помощью которых раньше происходила заделка корней растения, позволяет разместить уплотняющие катки непосредственно за сошником, т.е. значительно сократить расстояние между задним обрезом сошника и катками, что в свою очередь сократит металлоемкость машины за счет уменьшения длины рамы, на которую монтируются данные рабочие узлы.

Обеспечение стабильной работы лесопосадочной машины, использующей комбинированный сошник с почвозаделывающими окнами, в отличие от применяемых конструкций, требует минимальных регулировок связанных только с изменением пропускной способности окна. Поэтому необходимо подобрать оптимальное соотношение параметров окон и захватов для различных типов почв, при которых заполнение почвы внутри сошника будет происходить без забивания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бартенев И.М. Расчет и проектирование лесохозяйственных машин: учеб. пособие / И.М. Бартенев; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2010. – 339 с.
2. Винокуров В.Н. Машины и механизмы лесного хозяйства и садово – паркового строительства: учебник для вузов / В.Н. Винокуров, Г.В. Силаев, А.А. Золоторевский. – М.: Академия, 2004. – 400 с.
3. Бартенев И.М. Качение уплотняющих катков лесопосадочных машин / И.М. Бартенев // Труды ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1971. – Вып. 2(64). – С. 54–68.

4. Пат. 2410862 Российская Федерация, МПК А01С11/02. Лесопосадочная машина / Бартенев И.М., Шабанов М.Л., Шавков М.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ВГЛТА». – №2009123168/21; заявл. 17.06.2009; опубл. 10.02.2011, Бюл. №4. – 7 с. : 5 ил.
5. Шавков М.В. Tree planter design improvement / М.В. Шавков, Н.И. Базарская // Лесотехнический журнал. – Воронеж, 2011. – №3. – С. 175–178.

УДК 630.37

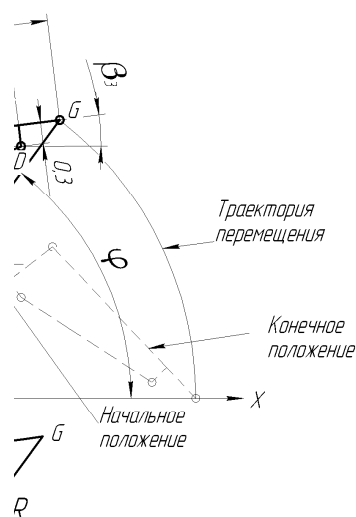
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХОДА ШТОКОВ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ ГИДРОЦИЛИНДРОВ МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

М.В. Щуров,

М.А. Пискунов,

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО ПетрГУ, г. Петрозаводск, РФ
piskunov_mp@list.ru

В статье на примере рассматривается определение хода штоков двух гидроцилиндров манипулятора при их совместной работе, если необходимо реализовать некоторые заданные траектории перемещения навесного оборудования.

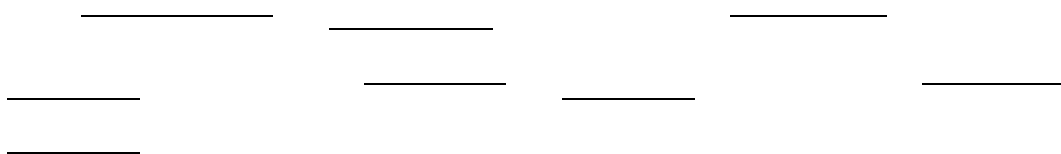


(размеры указаны в метрах)

Технологическое оборудование современных лесозаготовительных машин представлено гидравлическими манипуляторами различной структуры. Управление манипулятором осуществляет оператор из кабины машины. Траектории перемещения элементов манипулятора при работе, а также траектории перемещения навесного оборудования (захват, харвестерная головка, захватно-срезающее устройство) во многом определяются навыками оператора, применяемыми системами управления и др. Фактически при перемещении элементов манипулятора из одной точки пространства в другую реализуются различные траектории перемещений. Все эти перемещения близки к некоторой теоретической траектории, которая определяется однозначно. Эта теоретическая траектория получается, если штоки гидроцилиндров при совместной работе обрабатываются строго определённым образом. На практике это не получается в силу влияния человеческого фактора (манипулятором управляет человек-оператор) из-за чего фактические траектории и отличаются от некоторой теоретической. Структура любого манипулятора включает геометрические соотношения с помощью, которых однозначным образом определяется как должны обработать штоки гидроцилиндров, чтобы обеспечить заданную траекторию перемещений. На примере определим ход штоков гидроцилиндров при их совместной работе, если необходимо получить некоторую заданную теоретическую траекторию перемещения навесного оборудования.

На рисунке 1 изображена структура манипулятора, для которой будет представлен расчет, а также его постоянные геометрические размеры (все размеры указаны в метрах).

Определим геометрические соотношения. Определяем следующие величины:



Размеры при втянутых штоках: $L_{AO_2\min} = 1,986$ м; $L_{CD\min} = 1,839$ м.

Принимаем: $K_1 = L_{AO_2\min}$; $K_2 = L_{CD\min}$.

Задаем график перемещения точки G, графиком будет являться кривая (см. рис. 1 – траектория перемещения). Кривая показана на рис. 2а – кривая 1.

Кривая определяется уравнением $y(x) = -(x - 3)^2 + 4$, где $x \in [3; 5]$.

Для каждой точки кривой, которая показывает перемещение точки G, с координатами x и y рассчитывается радиус-вектор, соединяющий начало координат и i-ую точку G и угол вектора с осью OX, а также определяется положение штока в гидроцилиндре.

$$R = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (\text{На рисунке 1: } R = L_{O_1G}); \quad \angle\varphi = \arctg\left(\frac{y}{x}\right).$$

Расчет положения штока в первом гидроцилиндре (его координату S_1).

$$\angle\gamma_1 = \arccos\left(\frac{L_{BG}^2 - L_{O_1B}^2 - R^2}{-2 \cdot L_{O_1B} \cdot R}\right);$$

$$\angle\alpha_1 = \angle\gamma_1 + \angle\varphi + 90^\circ - \angle\alpha_3 - \angle\alpha_2; \quad L_{AO_2} = \sqrt{L_{O_1A}^2 + L_{O_1O_2}^2 - 2 \cdot L_{O_1O_2} \cdot L_{O_1A} \cdot \cos(\angle\alpha_1)};$$

$$S_1 = L_{AO_2} - K_1.$$

Расчет положения штока во втором гидроцилиндре (его координату S_2).

$$\angle\gamma_2 = \arccos\left(\frac{R^2 - L_{BG}^2 - L_{O_1B}^2}{-2 \cdot L_{O_1B} \cdot L_{BG}}\right);$$

$$\angle\beta_1 = \angle\gamma_2 - \angle\beta_2 - \angle\beta_3;$$

$$L_{CD} = \sqrt{L_{BC}^2 + L_{BD}^2 - 2 \cdot L_{BC} \cdot L_{BD} \cdot \cos(\angle\beta_1)};$$

Получаем график зависимости $S_1(S_2)$ (см. рис. 2б, кривая 1), который показывает как должны перемещаться штоки гидроцилиндров для того, чтобы точка G перемещалась по заданной траектории.

Зададим еще две кривые, рис. 2а – кривые 2 и 3. На рис. 2б показано как должны совместно работать гидроцилиндры, соответственно, кривые 2 и 3.

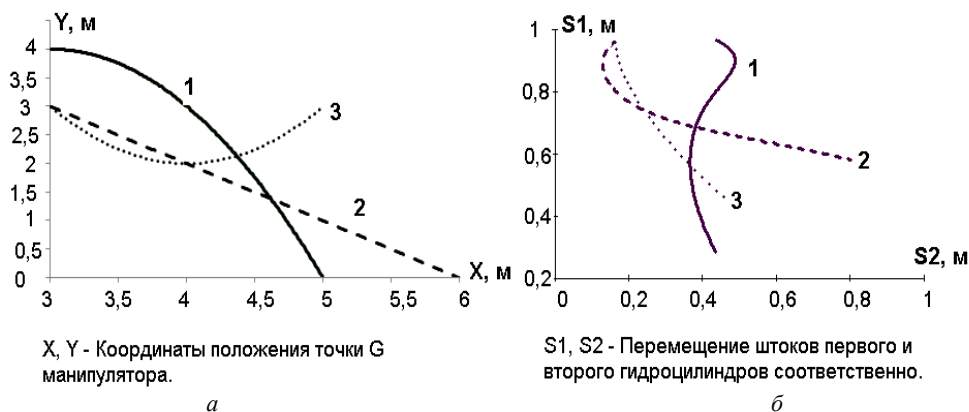


Рис. 2. Графики:

а – перемещения точки G манипулятора;

б – зависимостей перемещения штоков гидроцилиндров для соответствующего графика перемещения точки G

Таким образом, используя геометрические соотношения в структуре манипулятора для каждой заданной траектории, получаются строго определённые зависимости совместного перемещения штоков гидроцилиндров. В практике управления манипулятором с позиций энергоэффективности и совершенствования систем управления приводом необходимо стремиться к тому, чтобы реализовывать, именно, такие теоретические траектории и эффективность управления манипулятором будет определяться тем, насколько фактическая траектория близка к теоретической. Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России (2009-2013 годы)», государственный контракт №14.740.11.1106.



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ, ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 630.306:630.182

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВОК НА СОХРАНЕНИЕ ПОДРОСТА И НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

А.В. Андрейчук,

аспирант, ФГБУ ВПО СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, РФ.
andreichik07@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с влиянием сезонности проведения лесозаготовок на лесные экосистемы и на сохранение жизнеспособного подроста.

Участки лесного фонда являются не только источником получения древесного сырья и не древесной продукции, но и обеспечивают защиту почв и водных ресурсов, влияют на формирование климата и газообмена в атмосфере. Они должны постоянно и эффективно обеспечивать сохранение благоприятных для жизнедеятельности природных условий и экологического равновесия.

К настоящему времени в большинстве лесозаготовительных районов Европейской части России, нетронутых естественного происхождения, участков лесного фонда практически не осталось. Внедрение на лесосечных работах машинных технологий и использование на вывозке древесины лесовозных автопоездов с осевой нагрузкой в 60 и 100 кН позволило обеспечить высокую степень механизации работ и рост производительности труда при минимуме трудовых ресурсов, но и привело к негативным последствиям на лесных землях, связанных с уничтожением почвенно-растительного покрова, подлеска и подроста, минерализацией и снижением плодородия почв, с увеличением поверхностного стока и снижением защитной роли лесов.

Все это создало острое противоречие между лесоводством – прикладной научной дисциплиной, разрабатывающей основы эффективного восстановления, выращивания и защиты леса, ухода за ним, а также рациональных форм лесозаготовки (способы и периодичность рубок и т.п.) и практикой лесозаготовок, связанной с заготовкой, трелевкой, первичной обработкой и переработкой на лесосеках древесного сырья и вывозкой на лесные терминалы.

Глубина противоречия в основном определяется степенью изменения лесных экосистем и характером потерь в способности лесосек к самовосстановлению. В условиях рыночной экономики и при росте роли лесов в защите окружающей среды данное противоречие требует своего скорейшего разрешения.

Лес является воспроизводимым природным ресурсом. При организации лесосечных работ на первый план выдвигаются экологические приоритеты – необходимость сохранения подроста, защиты лесной почвы от уплотнения и эрозии, соблюдение правил очистки лесосек, пожарной безопасности в лесах и т.д. Выполнение этих приоритетов контролируется лесозаготовительными органами и инспекцией лесного хозяйства. Своеобразие леса как предмета труда лесозаготовителей заключается также в том, что он не поступает в собственность лесозаготовительного предприятия, а лишь предоставляется в пользование, регулируемое специальными правилами. Например, вырубка делянок и вывозка заготовительного леса ограничены определенными сроками, которые не зависят от наличия у лесхоза рабочей силы, техники, состояния дорог и т.п.

Согласно ОНТП 02-85 основными мероприятиями, направленными на охрану окружающей среды при проведении лесосечных работ, являются: экономически обоснованный выбор способов и видов рубок в зависимости от принадлежности лесных массивов к той или иной группе; строгое соблюдение очередности освоения лесосырьевой базы; учет почвенно-грунтовых условий на лесосеках применительно к сезонности лесозаготовок; сохранение жизнеспособности подроста хозяйственно ценных пород [1].

В зависимости от вида рубок проектируются способы разработки лесосек и технологические схемы, обеспечивающие минимальную степень минерализации поверхности почвы, недопустимость возникновения процессов водной и ветровой эрозии, способствующие максимальному сохранению подроста.

Максимальное сохранение подроста обеспечивается на основе безусловного соблюдения установленных технологических процессов ведения лесосечных работ и применения новых широкозахватных лесосечных машин, обладающих хорошей проходимостью на слабых грунтах.

Как показали исследования [2], если требуется сохранить большое количество жизнеспособного подроста и молодняка, то лесосеки лучше осваивать зимой, так как при промерзшей земле идет меньше

повреждение корневой системы молодых пород деревьев. Рубки ухода в защитных лесах также лучше проводить в зимний промежуток времени, в связи с меньшим повреждением остающихся деревьев и почв.

Согласно действующим Правилам заготовки древесины [3] при проведении рубок спелых и перестойных лесных насаждений должно быть обеспечено сохранение подроста лесных насаждений хозяйственно-ценных пород на площадях, не занятых погрузочными пунктами, трассами магистральных и пасечных волоков, дорогами, производственными и бытовыми площадками, в количестве не менее 70 процентов при проведении сплошных рубок, 80 процентов при проведении выборочных рубок (для горных лесов – 60 и 70 процентов соответственно). Лесной Кодекс РФ [4] устанавливает, что затраты на проведение лесовосстановления ложатся на плечи арендатора лесного участка. Одним из путей сокращения этих затрат является сохранение жизнеспособного подроста на лесосеках путём перераспределения делянок с большим количеством подроста в зимнюю рубку. Кроме того при зимней разработке лесосек снижается экологическая нагрузка на лесную экосистему, сокращается нарушение лесных ландшафтов, путём уменьшения повреждения лесных почв, их уплотнения и перераспределения водотоков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ОНТП 02-85 (Минлесбумпром СССР). Общесоюзные нормы технологического проектирования лесозаготовительных предприятий (Приказ Минлесбумпрома СССР от 03.03.1986 N 108 ОНТП от 03.03.1986 N 0285).
2. Татаринov В.П. Лесной комплекс: состояние и перспективы / В.П. Татаринov. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 352 с.
3. Правила заготовки древесины / Утв. приказом Рослесхоза от 1 августа 2011 г. № 337. Зарегистрировано в Минюсте РФ 30 декабря 2011 г. N 22883.
4. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. N 200-ФЗ (с изменениями от 13 мая, 22, 23 июля, 25 декабря 2008 г., 14 марта, 17, 24 июля, 27 декабря 2009 г., 22 июля, 29 декабря 2010 г.)

УДК 630.5:630.614

ОТВОД И ТАКСАЦИЯ ЛЕСОСЕК С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

А.В. Андрейчук,

аспирант, ФГБУ ВПО СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, РФ.
andreichik07@mail.ru

В статье рассмотрены возможности использования систем глобального позиционирования для отвода и таксации лесосек. Рассмотрены технические требования к навигационному оборудованию.

В настоящее время главной задачей лесного хозяйства является обеспечение устойчивого управления лесами, как возобновляемого природного ресурса с целью поддержания баланса использования и воспроизводства лесов, не допуская деградации лесных экосистем, предполагая сохранение и поддержание на приемлемом для общества уровне исторически сложившихся ландшафтов, ареалов обитания и экологических ниш животных и растений.

Решение данной задачи невозможно без использования современных информационных технологий и достижений науки в области управления. ГЛОНАСС и GPS-технологии стали неотъемлемыми инструментами для устойчивого управления лесами. Современные навигационные системы существенно ускоряют изыскательские работы, обработку полевых материалов, создание картографических и тематических материалов (отвод лесосек, создание лесотаксационных планов, планшетов).

Состав задач, решаемых при управлении лесным хозяйством, практически однозначно определяет в качестве основного направления их автоматизации применение навигационных систем и соответствующих информационных технологий (ГИС-технологий).

Использование спутниковых систем геопозиционирования является сравнительно новым методом определения положения объектов на плоскости и в пространстве. С их помощью может быть существенно повышена эффективность использования ГИС в отраслях лесного комплекса и, особенно, в лесоустройстве, организации лесозаготовок, реализации планов лесохозяйственных работ и др.

Основанием для использования систем глобального позиционирования в области лесных отношений при отводе и таксации лесосек служат нормативно-правовые акты: «Лесостроительная инструкция» [1] и «Правила заготовки древесины» [2].

В соответствии с действующей «Лесостроительной инструкцией» в качестве геодезической основы для составления планов и планшетов лесонасаждений возможно использование материалов съемок с применением систем спутникового позиционирования (по данным полевых работ с использованием навигационного оборудования ГЛОНАСС, GPS). При производстве работ в лесу таксатор может

использовать навигационное оборудование с целью определения своих координат для позиционирования на местности, измерять длины линий с дальнейшим переносом данных полевых измерений в прикладное программное обеспечение (ГИС).



Рис. 1. GPS контроллер ГИС класса GeoXM компании Trimble

В соответствии с действующими «Правилами заготовки древесины» при съемке границ и привязке лесосек допускается применять навигационные приборы, обеспечивающие достаточную точность измерений.

Точность измерения линий может быть осуществлена с погрешностью не более 1 м на 300 м длины, измерения углов – с погрешностью не более 30 минут. Ошибка в определении эксплуатационной площади лесосеки не должна превышать 3 процентов. В действующих «Наставлениях по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации» приводятся аналогичные требования к точности [3].

Основной вопрос, который возникает в связи с оценкой возможностей применения спутниковой навигации в лесоустройстве и лесозаготовке – это точность и надежность определения координат точечных объектов, а так же длин и площадей – линейных и площадных.

В настоящее время для отвода и таксации лесосек рекомендуется использовать геодезические GPS-приемники, позволяющие проводить весь комплекс поставленных задач с требуемой точностью.

GPS приемник предназначен для выполнения топографических и геодезических измерений и координирования точек в процессе таксации и отвода лесосек и решения других лесохозяйственных задач. А так же для навигации на местности. Используемое навигационное оборудование должно соответствовать следующим главным качествам и техническим требованиям [4]:

- Приемник должен обеспечивать точность измерений объектов под пологом леса, в соответствии с нормативными требованиями;
- Навигационное оборудование должно являться законным средством измерения в РФ (включено в государственный реестр средств измерений).
- Не менее 12 каналов L1 C/A код, полный цикл фазы несущей L1, WAAS/EGNOS;
- Технология подавления многолучевости;
- Прочная и водозащищенная конструкция из легкого, полностью герметичного, усиленного промышленного пластика;
- ОС Windows Mobile;
- Энергонезависимая флэш-память не менее 128 Мб;
- Программа связи Microsoft ActiveSync;
- USB кабель передачи данных;
- Масса: не более 500...700 г с аккумуляторным модулем;
- Рабочая температура: от -30 °С до +60 °С;
- Песок и пыль: IP67;
- Влагонепроницаемость: защищен от случайного погружения (на 1 м на 30 минут);
- Ударостойкость: выдерживает падения с высоты 1.5 м;
- Слот многофункционального интерфейса CompactFlash (Type I и Type II);
- Дисплей: цветной, TFT с передней светодиодной подсветкой;

Качественно уменьшить ошибку при измерении координат позволяет режим так называемой дифференциальной поправки (DGPS, Defferential GPS). Дифференциальная поправка – это сигнал со специальной стационарной станции. Системы станций DGPS, передающих дифференциальные поправки, развернуты во многих районах Земли и предоставляют как бесплатный, так и платный сервис.

Под перечисленные выше требования попадает одночастотное навигационное оборудование GPS контроллеры ГИС класса, выпускаемые компаниями: Trimble (модификации R3, GeoXM, XT, XH); Leica Geosystems (модификации Viva Uno 10, Zeno 15); Spectra Precision (EPOCH 10) и др.

Недостатком оборудования данного класса является высокая стоимость (2000–5000 долларов). Позволить его приобретение и использование могут крупные лесозаготовительные, лесохозяйственные и геодезические предприятия.

Современные бытовые навигаторы имеют одинаковую чувствительность отсчета координат точки, равную $\pm 1+3$ м, точность определения координат составляет ± 15 м. Главным достоинством такого оборудования является относительно малая стоимость (170–600 долларов), но их технические характеристики не позволяют выполнять работы по отводу лесосек с должной точностью. Поэтому для определения координат границ и углов лесосек такое оборудование использовать не рекомендуется.

Бытовые навигаторы могут применяться для лесоустроительных работ, которые не требуют высокой точности измерения. Например, для определения площадей поврежденных насаждений в результате стихийных бедствий (пожаров, ветровалов, буреломов) и для навигации на местности во время полевых работ.

Использование навигационных систем позволяет значительно снизить трудоемкость при отводе и таксации лесосек, проведении работ по оценке границ лесных площадей после пожаров, буреломов. Использование систем глобального позиционирования совместно с ГИС технологиями позволяет получать планы отведенных лесосек либо других объектов, совмещать картографические лесоустроительные, землеустроительные данные с данными полевой съемки в автоматическом режиме.

Применение цифровых карт с привязкой к топооснове позволяет наносить на карту объекты, привязка которых выполнена с помощью систем спутниковой навигации. В ряде случаев необязательно использовать дорогостоящие комплексы GPS приемников и средств обработки GPS съемки, а достаточно приборов навигационного класса для оперативного определения границ бурелома, ветровала; передачи координат очага лесного пожара и других оперативных целей. Использование спутникового навигатора в комбинации с наземными средствами измерений (лазерный дальномер и электронная бус-соль или электронная мерная вилка) возможно получение высокоточной съемки с меньшим уровнем затрат на приобретение оборудования, программного обеспечения и последующую обработку данных.

Современные тенденции развития и применения информационных технологий в исследованиях природных ресурсов Земли и в процессах управления свидетельствуют о неизбежности и необходимости широкого их применения в лесном хозяйстве России. Компьютерные технологии, основанные на применении систем глобального позиционирования и ГИС технологий, обеспечивают сбор, хранение, моделирование, анализ и представление разнообразной информации о лесах, при планировании, прогнозировании и принятии стратегических решений в области лесных отношений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесоустроительная инструкция / Утв. приказом Рослесхоза от 12.12 2011 г. № 516. Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 6 марта 2012 года № 23413.
2. Правила заготовки древесины / Утв. приказом Рослесхоза от 1 августа 2011 г. № 337. Зарегистрировано в Минюсте РФ 30 декабря 2011 г. N 22883.
3. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации / Утв. приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 15 июня 1993 г. N 155.
4. Рекомендации по выбору GPS приемников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belinvestles.by>

УДК 674.093.82:539.164.3

СПОСОБЫ РАСКРОЯ ДРЕВЕСИНЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИДАМИ

В.М. Меркелов,

канд.техн.наук, доцент, ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ.
vmerkelov55@mail.ru

А.А. Макеева,

студент, ФГБОУ ВПО БГИТА, г. Брянск, РФ.

В статье рассматриваются варианты раскроя древесины, загрязненной радионуклидами, позволяющие получить пилопродукцию с минимально допустимым уровнем загрязнения.

В зоне радиоактивного загрязнения, возникшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС, находится значительная часть лесного фонда ряда областей России. При эксплуатации таких лесов следует учитывать плотность радиоактивного загрязнения местности и получать древесное сырье с минимально допустимым его загрязнением. Для этого надо применять такие способы переработки древесины, которые могут обеспечить получение древесной продукции с минимально допустимым радиоактивным загрязнением.

Брянские леса являются наиболее пострадавшими в России. В результате обследования лесов Брянской области в 2010 г. (табл. 1) установлено, что площадь лесных массивов, загрязненных радионуклидами цезия-137, составляет 278,3 тыс. га [1].

Следует обратить внимание на то, что наибольшее количество радионуклидов содержится в лесной подстилке и минеральном слое почвы. Из лесных ресурсов наиболее загрязнены чаще всего грибы, ягоды и напочвенный покров. У древесной растительности в большинстве случаев удельная радиоактивность коры, мелких ветвей и листвы (хвои) значительно выше, чем древесины. А окоренная древесина соответственно содержит меньше радионуклидов, чем неокоренная, причем вершинная часть

ствола содержит большее количество радионуклидов, чем комлевая. Древесина в коре содержит приблизительно в два раза больше радионуклидов, чем окоренная древесина. В древесине наибольшее количество радионуклидов содержится в слоях, прилегающих к коре.

В условиях рыночной экономики обеспечение лесоперерабатывающей промышленности страны сырьем и лесоматериалами за счет собственных лесосырьевых ресурсов без их истощения становится актуальной проблемой. В решении этой задачи важную роль должно сыграть рациональное использование древесины, заготовленной в районах, загрязненных радионуклидами.

Трудности, возникающие при раскоре древесины, загрязненной радионуклидами, связаны с переносом радиоактивных элементов режущим органом в процессе обработки на пилопродукцию.

Таблица 1

Распределение загрязнённых радионуклидами лесов Брянской области по плотности загрязнения почв цезием-137 по состоянию 01.01.2010 г.

Наименование лесничества	Всего загрязнено, тыс. га	В т.ч. загрязнено цезием-137, Ки/км ²				
		0–0,99	1,0–4,99	5,0–14,99	15,0–39,9	40 и выше
Дубровское	10,5	-	10,5	-	-	-
Дятьковское	33,6	21,1	33,6	-	-	-
Брянское	0,8	-	0,8	-	-	-
Карачевское	4,2	4,2	-	-	-	-
Клинцовское	64,1	4,6	19,2	30,0	13,3	1,6
Выгоничское	2,1	-	2,1	-	-	-
Навлинское	5,5	9,2	5,5	-	-	-
Злынковское	86,7	3,5	19,3	38,8	27,5	1,1
Унечское	42,3	5,3	33,4	8,9	-	-
Трубчевское	2,6	-	2,6	-	-	-
Брасовское	21,5	-	21,5	-	-	-
Суземское	7,6	-	7,6	-	-	-
Севское	1,0	-	1,0	-	-	-
Итого	278,3	47,9	157,1	77,7	40,8	2,7

В этой связи нами предлагаются новые способы раскора круглых лесоматериалов, загрязненных радионуклидами, позволяющие получать пилопродукцию с допустимым уровнем загрязнения радионуклидами.

Первый способ [2] включает на первом проходе раскрой лесоматериалов параллельно их продольной оси на брус. При этом лесоматериал фиксируют за периферийную зону, определяют форму и параметры пораженного слоя и выполняют раскрой на ленточнопильных или круглопильных мобильных установках по взаимно перпендикулярным плоскостям, параллельно образующей по касательной к внутренней границе пораженного слоя (рис. 1).

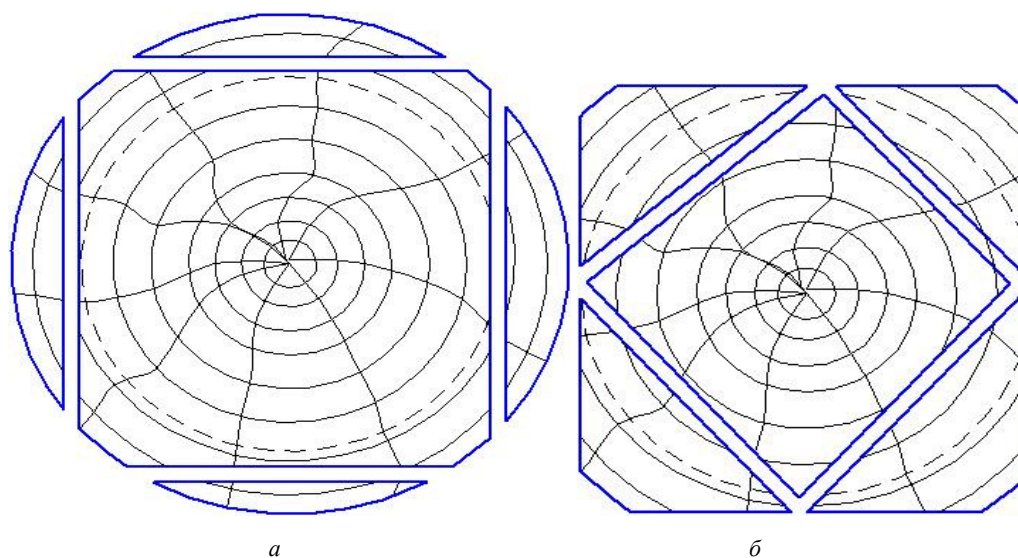


Рис. 1. Схема раскора древесины, загрязненной радионуклидами: а – первый проход; б – второй проход

Полученный брус, имеющий зоны, загрязненные радионуклидами, далее обрезают в продольном направлении по взаимно перпендикулярным плоскостям через линии контакта здоровой древесины с оставшимся пораженным слоем. В результате получается пилопродукция, не загрязненная радионуклидами.

Нами предлагается также второй способ раскора круглых лесоматериалов, пораженных радионуклидами [3], схема которого приведена на рис. 2.

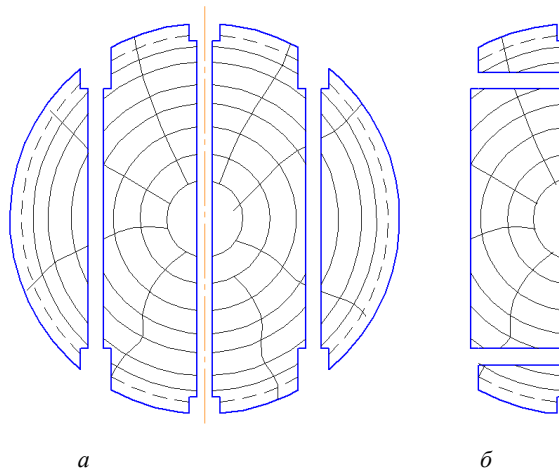


Рис. 2. Схема раскря пиловочника, пораженного радионуклидами: а – первый проход; б – второй проход

Способ заключается в том, что первоначально у круглых лесоматериалов, загрязненных радионуклидами, в местах выполнения планируемых пропилов режущими органами удаляется пораженный слой шириной большей ширины пропила, а затем производится раскря пиломатериалы без переноса радионуклидов в плоскости пропилов. Применяться при этом может станок фрезерно-пильный Термит 125Е. Полученные пиломатериалы базируют по одной из поверхностей обработки, удаляют боковые части с радионуклидами параллельно образующим. Затем, после сушки и сортировки, полученные заготовки разворачивают относительно друг друга на 180° в горизонтальной плоскости, соединяют по продольной кромке и склеивают между собой.

Решение проблемы использования древесины, загрязненной радионуклидами, позволит не только значительно улучшить экологическую обстановку и снизить до возможно низкого уровня негативные медицинские, социальные и психологические последствия чернобыльской катастрофы, но и сохранить уникальный лесной фонд, имеющий большое значение для социально-экономического развития страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коростелёв А.И. Радиоактивное загрязнение территории Брянских лесов и пути хозяйственного использования заготавливаемой древесины / А.И. Коростелёв, О.Н. Коростелёва, А.А. Рыбикова // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 4. – С. 104–106.
2. Пат. 2247022 РФ МПК 7 В 27 В 1/00. Способ раскря круглых лесоматериалов, пораженных радионуклидами / Торопов А.С., Меркелов В.М., Жидова Е.В., Краснова В.Ф. // Изобретение. Полезные модели. – 2005. – № 6.
3. Пат. 2350460 РФ МПК В 27 В 1/00. Способ раскря круглых лесоматериалов, пораженных радионуклидами/Торопов А.С., Торопов С.А., Меркелов В.М., Микрюкова Е.В., Шакирова А.И.// Изобретение. Полезные модели. – 2009. – № 9.

УДК 674.093.26:630.228(470.317)

О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДЕ КОСТРОМЕ

Н.В. Рыжова,

канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

В.В. Шутов,

д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

ienjdfy@mail.ru

В статье рассмотрены результаты исследований состояния зеленых насаждений вблизи предприятия ОАО «Фанплит».

Древесные растения способны накапливать тяжелые металлы: свинец, кадмий, цинк и медь. Особенно много этих металлов накапливают береза повислая, липа мелколистная и сосна обыкновенная. При этом береза накапливает тяжелых металлов в несколько раз больше, чем сосна: свинца – в 3,3; кадмия – в 2,0; цинка – в 1,7 и меди – в 2,5 раза. В то же время сосна значительно больше аккумулирует техногенных радионуклидов. Все это отражается на их росте и развитии [1].

Атмосферный воздух города Костромы отличается большим разнообразием загрязняющих веществ, из которых наиболее вредное влияние на городскую растительность могут оказывать взвешенные

вещества, диоксид серы, оксид азота, диоксид азота, фенол, формальдегид, хлор, аммиак, бенз-а-пирен. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия: ОАО «Фанплит», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, МУП г. Костромы «Костромагорводоканал» [2]. Доля ОАО «Фанплит» особенно велика и составляет 5,8% от суммарных выбросов по области [3]. Если на территории города преобладают западные ветра, то уместно предположить, что выбросы в атмосферу от этого предприятия будут, прежде всего, влиять на зеленые насаждения центра и набережной реки Волги: сквер у памятника Ивану Сусанину, сквер у Мучных рядов, бульвар по ул. Молочная гора, набережная реки Волги от дома № 1 по ул. 1 Мая до ул. Пятницкой. Эти зеленые насаждения и взяты в качестве опытных объектов исследования, а для контроля подобраны аналогичные зеленые насаждения из других районов города.

Надо учесть, что в городе в 1991 году геохимической экспедицией объединения «Центргеофизика» было выявлено 22 очага загрязнения почв. Вблизи и непосредственно на территории ОАО «Фанплит» (часть городской территории, ограниченной в основном улицами: 1 Мая, Пятницкой, Островского и Комсомольской) выявлено загрязнение земель ртутью, свинцом, оловом. Уровень загрязнения свинцом умеренно опасный, а по остальным металлам – допустимый. Ясно, что вместе с загрязняющими веществами атмосферы эти металлы, накопившиеся в почве, могут также лимитировать рост и развитие древесных пород в городских зеленых насаждениях.

В обследованных объектах выявлялись разные пороки и болезни деревьев по изменению внешнего вида, нарушениям правильности строения, целостности тканей и другим недостаткам, снижающим жизнеспособность древесных растений. Согласно ГОСТ 2140–81 «Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения» все пороки разделены на девять групп. Принятое подразделение пороков на группы учитывает в большей степени качество древесины, поэтому для облегчения исследований растущих деревьев было принято разделение их на три группы в зависимости от влияния на внешний вид и жизнедеятельность дерева. Учитывались только пороки, которые можно диагностировать визуально по стволу и кроне растущего дерева.

Для определения общего состояния городских насаждений были использованы нормативные документы [4, 5], а именно шкала категории состояния деревьев, которая была адаптирована под задачи и объекты нашего исследования. Учитывались следующие признаки: цвет хвои и листьев, состояние кроны и наличие усохших ветвей (табл. 1).

Таблица 1

Шкала санитарного состояния городских насаждений

Балл	Основные признаки		
	Цвет и размер хвои и листьев	Состояние кроны	Наличие усохших ветвей, (%)
1	Зеленая, блестящая, размер обычный	Густая	–
2	Цвет немного светлее обычного, размер обычный	Слабоажурная	менее 25
3	Светло-зеленая или сероватая матовая, мелче обычного	Ажурная	25–50
4	Серая, желтоватая или желто-зеленая, мелче обычного	Заметно изрежена	50–75
5	Серая, желтая или бурая, листья увядшие или преждевременно опавшие	Сильно изрежена	более 75
6	Листья и хвоинки опали или сохранились лишь частично	Сильно изрежена, часть ветвей опали	Приближается к 100%

Надо отметить, что балл 6 фактически не отмечался, так как такие деревья в последние годы своевременно удалялись из состава зеленых насаждений, особенно в скверах, парках и на городских улицах.

В парках и скверах центра города основной породой является липа мелколистная. Видовой состав деревьев обычно представлен здесь 6–10 видами деревьев и 5–8 видами декоративных кустарников. В целом зеленые насаждения города отличаются значительным биологическим разнообразием (91 вид), но представленность видов в них очень неравномерна и в основном ограничена десятком пород. Во многих насаждениях господствует клен ясенелистный.

В обследованных зеленых насаждениях чаще встречаются пороки из группы ран и уродств, меньше отмечались условные пороки. Из всех обследованных древесных пород худшее санитарное состояние отмечено у клена ясенелистного. Повсюду у него наблюдаются уродство в виде наростов, которые образовались, по-видимому, в результате неоднократного повреждения ствола морозными трещинами. После обработки всех результатов исследования, были получены следующие данные: 15% исследованных деревьев имели нарост, 15% – кривизну, 5% – сухобокость, 16% – механические повреждения, 2% – корневые лапы, 2% – плодовые тела грибов, 2% – рак. У некоторых деревьев отмечались сразу несколько видов пороков. Деревья, не имеющие пороков, составляют 43% от общего числа исследованных деревьев.

Особой приуроченности пороков деревьев к предприятию ОАО «Фанплит» не прослеживается. Как и повсюду в городе имеется тенденция большего числа механических повреждений в местах массового отдыха горожан.

Санитарное состояние некоторых древесных пород в обследованных зеленых насаждениях

Древесная порода	Балл (% от общего числа обследованных деревьев)					Средний балл
	1	2	3	4	5	
Виды тополя	21	41	19	17	2	2,4
Липа мелколистная	12	78	6	3	1	2,0
Виды березы	22	60	11	6	1	2,0
Клен ясенелистный	11	35	33	18	3	2,7
Клен остролистный	30	55	10	5	0	1,9
Дуб черешчатый	50	30	17	3	0	1,7

Загрязнение атмосферы предприятием ОАО «Фанплит» должно в первую очередь проявиться на санитарном состоянии деревьев, так как именно выбросы определяют в основном цвет листвы и хвои. Из табл. 2 видно, что худшее санитарное состояние отмечено у клена ясенелистного и видов тополей (бальзамический, берлинский, серебристый, душистый). К сожалению, такая картина наблюдается во многих зеленых насаждениях города и не имеет какой-либо приуроченности [2]. По-видимому, это связано с биологией этих видов. Липа мелколистная, виды берез (пушистая и повислая) и клен остролистный практически имеют почти одинаковое санитарное состояние. Некоторое усыхание их ветвей может быть вызвано общей городской обстановкой.

Таким образом, нам не удалось выявить достоверного влияния фанерного производства на состояние ближайших зеленых насаждений города Костромы, хотя такое влияние не исключается. Для этого необходимы более детальные исследования с химическим анализом образцов древесины и постановкой специальных опытов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воскресенский В.С. Влияние факторов городской среды на функциональное состояние древесных растений / В.С. Воскресенский, О.Л. Воскресенская. – Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, 2011. – 194 с.
2. Особенности состава и патологии зеленых насаждений города Костромы / Н.В. Рыжова, Г.Ю. Макеева, В.В. Шутов, Я.В. Нечаев. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2012. – 120 с.
3. Доклад о состоянии и об охране окружающей природной среды Костромской области в 2010 г. – Кострома, 2010.
4. Руководство по планированию и организации ведения лесопатологических обследований. – М. : МПР РФ, 2007.
5. Руководство по проектированию и организации лесопатологического мониторинга. – М. : МПР РФ, 2007.

УДК 630.43:674.032.16

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЖАРА НА СТРУКТУРУ КАМБИЯ СОСНЫ

С.Н.Снегирева,

канд. биол. наук, доцент ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ
vgtawood@yandex.ru

В статье представлены результаты экспериментальных исследований анатомической структуры камбия сосны после повреждения пожаром.

Наиболее фундаментальные исследования по влиянию пожаров на лес проведены И. С. Мелеховым еще в 1948 году [1].

Беглый верховой пожар – верховой пожар, распространяющийся по пологу леса со скоростью, значительно опережающей горение нижних ярусов лесной растительности.

Верховой пожар – лесной пожар, охватывающий полог леса.

Сильный низовой – низовой пожар с высотой пламени на фронтальной кромке более 1,5 м. Скорость распространения свыше 3 м/мин.

Низовой пожар средней силы – низовой пожар с высотой пламени на фронтальной кромке от 0,5 м до 1,5 м. Скорость распространения от 1 до 3 м/мин.

Слабый низовой пожар – низовой пожар с высотой пламени на фронтальной кромке до 0,5 м. Скорость распространения не превышает 1 м/мин [2].

Пожары, которые прошли в конце июля начале августа 2010 г., сопутствовали очень высокие рекордные для региона температуры воздуха. Так, например, средняя температура 2 августа составила +40,5 °С, что является новым рекордом г. Воронежа.

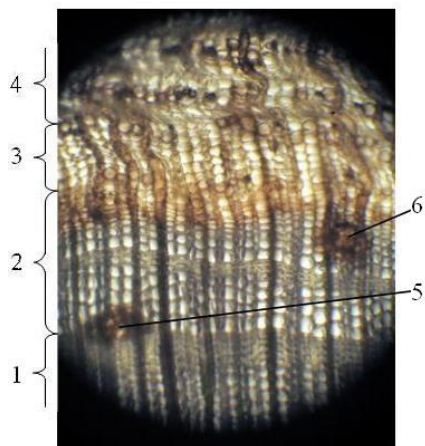
На территории Воронежского Учебно-опытного лесхоза были отмечены все виды пожаров, которые в отличие от низового привели к полной гибели древостоя.

Для исследования был выбран квартал № 49 Левобережного лесничества, на участке древостоя смешанного состава 9С1Б+Д, тип условий местопроизрастания В₁, возраст сосны 80 лет, средняя высота 22 м, средний диаметр 26 см, подвергнутому низовому пожару.

Детальное исследование повреждений микроструктуры камбия сосны проведено в сентябре 2010 г. (через месяц после пожара) (рис. 1). На следующий год после пожара (2011 г.) отбор образцов продолжили, и он был приурочен к фенофазам развития однолетних побегов: май – начало лета пыльцы из мужских колосков; июль – окончание роста однолетних побегов; сентябрь – окончание вегетации.

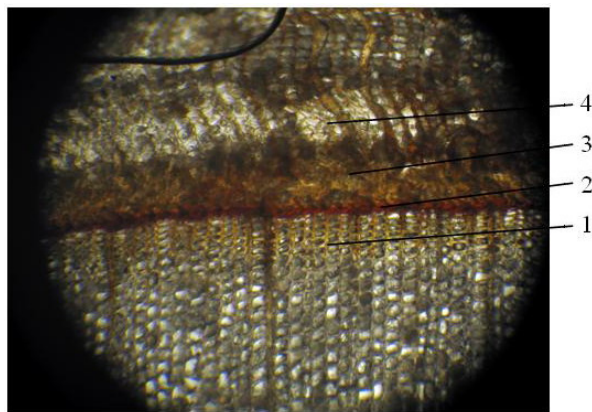
Из выпилов коры с древесиной, взятых у основания ствола были изготовлены микросрезы представленные на рис. 1 и 2.

На рис. 1 можно проследить характер отложения камбием элементов древесины до и после пожара.



- 1 – часть годичного слоя древесины 2009 г;
- 2 – годичный слой древесины 2010 г;
- 3 – проводящая флоэма 2010 г.;
- 4 – часть непроводящей флоэмы;
- 5 – вертикальный смоляной ход с погибшими выделительными клетками;
- 6 – травматический вертикальный смоляной ход

Рис. 1. Отложение камбием элементов древесины и луба до и после пожара (поперечный срез, 10^х)



- 1 – часть годичного слоя древесины 2010 г.;
- 2 – мертвые клетки камбия;
- 3 – мертвые элементы проводящей флоэмы;
- 4 – непроводящая флоэма

Рис. 2. Мертвый камбий и проводящая флоэма сосны (поперечный срез, 10^х)

после пожара, что позволяет давать рекомендации о своевременной вывозке поврежденной древесины.

Хорошо заметно, что в год пожара образуется ложный годичный слой древесины. К началу пожара камбий отложил четыре ряда ранних и три ряда поздних трахеид. При пожаре активность камбия была приостановлена. После пожара она возобновилась и было образовано четыре ряда ранних и два ряда поздних трахеид. За весь вегетационный период камбий отложил девять рядов ситовидных клеток, а в целом по годичному слою древесины образовано восемь рядов ранних и пять поздних (всего 13) трахеид. Соотношение между элементами древесины и луба нарушается (1,5:1), при норме 3:1.

На следующий год (2011) после слабого низового пожара у основания ствола под трещинами коры уже в мае произошло отмирание камбия, что хорошо видно на рис. 2. Бурую окраску приобрели все клетки камбия и проводящей флоэмы. На поперечном срезе образуется зона мертвых темно-бурых клеток шириной 4-5 мм, включающая камбий и проводящую флоэму. При слабом низовом пожаре гибель камбия и клеток была отмечена только под глубокими трещинами корки проводящей флоэмы и не распространяется по высоте более, чем 0,5 м от основания ствола.

В сентябре 2010 г. крона у всех деревьев сосны при слабом низовом пожаре сохраняла жизнеспособность, без видимых изменений формы и цвета.

В первый срок вегетации (в мае 2011 г.) крона у абсолютного большинства деревьев сосны оставалась жизнеспособной. В июле она пожелтела у 50 % деревьев. В сентябре гибель кроны отмечалась у 75 % деревьев, при этом 20 % деревьев были полностью мертвыми, кора у них полностью осыпалась, а на поверхности сухих стволов присутствовали многочисленные летные отверстия короедов и усачей.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что в сухих борах лесостепи Воронежской области при продолжительной засухе и слабом низовом пожаре гибель камбия и деревьев сосны происходит уже на второй год после пожара.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мелехов С.И. Влияние пожаров на лес / С.И. Мелехов. – М.-Л.: Гос. лесотехн. изд-тво, 1948. – 126 с.
2. Демаков Ю.П. Лесоводство. Ведение хозяйства в лесах пораженных пожарами: учебное пособие / Ю.П. Демаков, К.К. Калинин. – Йошкар-Ола: ОПП МарГТУ, 2003. – 135 с.

ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ МЕБЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Б. Соколов,

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ,
VBSokolov44@mail.ru

Н.Е. Марушкина,

студент второго курса ЛМФ ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ,

Е.И. Гусева,

студент второго курса ЛМФ ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ

В статье оценивается влияние воздухоохраных мероприятий ООО «Такос» на атмосферный воздух селитебной зоны.

Целью работы является оценка негативного воздействия на атмосферный воздух выбросов загрязняющих веществ ООО «Такос».

ООО «Такос» имеет одну промышленную площадку, расположенную на юго-востоке левобережной части г.Костромы. Территория предприятия ограничена ул. Дровяная, р. Волга, р. Алка.

На промплощадке предприятия ООО «Такос» проводятся работы по производству мебели для кухни, мягкой мебели. ДСтп, ЛДСтп, ДВП поступают на предприятие от сторонних организаций. Основные технологические процессы на предприятии – деревообработка, покрытие заготовок пленками ПВХ и ORNA, покраска и лакирование изделий, заточка режущего инструмента, производство тепловой энергии – сопровождаются выделением в атмосферу загрязняющих веществ.

На стадии инвентаризации были определены источники выделения, источники выбросов ООО «Такос» и их параметры.

Деревообрабатывающие станки мебельного цеха снабжены индивидуальными стружкоприемниками УВП и их аналогами. Циклоны, предназначенные для разгрузки отходов деревообработки систем вентиляции и пневмотранспорта от станков (дос) цеха, демонтированы.

На участке отделки производится окраска деревянных изделий грунтом, патиной, лаком из краскопульта в окрасочной камере, снабженной гидрофильтром. Сушка лакокрасочных покрытий осуществляется на площадях участка в естественных условиях. Загрязняющие вещества, образующиеся при сушке лакокрасочного покрытия, выбрасываются в атмосферу через вытяжную систему окрасочной камеры – источник выбросов №0006.

На участке прессования работают два мембранно-вакуумных пресса для покрытия заготовок мебельных пленками ПВХ-ПВМ-У 2500 и ORNA. Для склеивания используется клей DORUS FD. Нанесение клея на поверхность деталей производят из краскопульта, работает один маляр. Воздух, содержащий пары этилацетата (винилацетата), из помещения участка выбрасывается вытяжной системой вентиляции без очистки в атмосферу – источник выбросов №0008.

На участке заточки работают заточные станки для заточки режущего инструмента (пил, фрез, строгальных ножей) деревообрабатывающих станков. Заточные станки снабжены установками УВП-1200А. Циклон ЦН, предназначенный для очистки воздушных потоков в системе пневмотранспорта отходов металлообработки от участка, демонтирован.

На территории предприятия работает котельная, в которой установлены паровые котлы Е-1,0/0,9, переоборудованные в водогрейные, в количестве 2 шт. (1 – в резерве). В камерной топке котла сжигается природный газ. Продукты сгорания топлива выбрасываются в атмосферу через трубу на высоте 33,7 метра – источник выбросов в атмосферу №0001.

Для отопления помещений конторы и складов 1, 2 используются газовые водогрейные котлы АОГВ (по одному на каждое здание) – источники выбросов №№0010, 0011, 0012.

Выбросы загрязняющих веществ ООО «Такос», критерии качества атмосферного воздуха представлены в таблице 1.

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» ООО «ТАКОС» относится к 4 санитарному классу («Сборка мебели с лакировкой и окраской») с размером ориентировочной санитарно-защитной зоны (СЗЗ) – 100 м.

В границах ориентировочной СЗЗ предприятия находятся следующие жилые дома:

- ул. Дровяная – дом № 34 (2 жителя),
- ул. Дровяная – дом № 37 (2 жителя),
- ул. Дровяная – дом № 39 (2 жителя),
- ул. Дровяная – дом № 41 (2 жителя),
- ул. Дровяная – дом № 47а (4 жителя).

Всего: 12 жителей.

Предприятию установлена на основании выполненного проекта СЗЗ предварительная расчетная СЗЗ размером 40 метров (заключение РОСПОТРЕБНАДЗОРА).

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Вещество		Критерии качества атмосферного воздуха				Выброс вещества	
Код	Наименование	ПДК _{м.р}	ПДК _{с.с}	ОБУВ	Класс опасн.	г/с	т/год
301	Азота диоксид; Азот(IV) оксид	0.200000	0.040000	0.000000	3	0.0317900	0.2503600
304	Азота оксид; Азот (II) оксид	0.400000	0.060000	0.000000	3	0.0052280	0.0418700
337	Углерода оксид	5.000000	3.000000	0.000000	4	0.0953600	0.7351700
616	Диметилбензол; Ксилол (смесь изомеров о-,м-,п-)	0.200000	0.000000	0.000000	3	0.2210000	0.0336000
621	Толуол; Метилбензол	0.600000	0.000000	0.000000	3	0.5370000	0.1634000
703	Бенз[а]пирен; 3,4-Бензпирен	0.000000	0.000001	0.000000	1	1.0300e-08	7.8100e-08
1210	Бутилацетат	0.100000	0.000000	0.000000	4	0.4730000	0.0894000
1213	Винилацетат; Этилацетат	0.150000	0.000000	1.000000	3	1.9700000	0.6000000
1260	2-Этоксипропилацетат; Целлозольвацетат	0.000000	0.000000	1.000000		0.2070000	0.0314900
1401	Ацетон; Пропан-2-он	0.350000	0.000000	0.000000	4	1.3970000	0.7050000
1411	Циклогексанон	0.040000	0.000000	0.000000	3	0.2470000	0.0457000
2902	Взвешенные вещества	0.500000	0.150000	0.000000	3	0.1780000	0.0594000
	Всего					5.3623780	2.7553901
	твердых						0.0594001
	жидких/газообразных						2.6959900

С целью определения негативного воздействия источников выбросов ООО «Такос» на атмосферный воздух на существующее положение проведен расчет рассеивания вредных веществ в приземном слое атмосферного воздуха, содержащихся в выбросах предприятия. Расчет проведен в соответствии с ОНД-86 с использованием УПРЗА программного комплекса «Призма – предприятие», разработанного НПП «Логус».

Сведения о фоновых концентрациях получены в ЦГМС г. Костромы. Для расчета принят расчетный прямоугольник 2800×2800 м с шагом расчетной сетки 40×40 м (меньше размера расчетной СЗЗ). Расчет выполнен в условной системе координат.

Кроме узлов расчетной сетки расчет проводился в расчетных точках, взятых на границе ориентировочной, расчетной СЗЗ и в жилой зоне (расчетные точки указаны на карте-схеме, рис. 1).

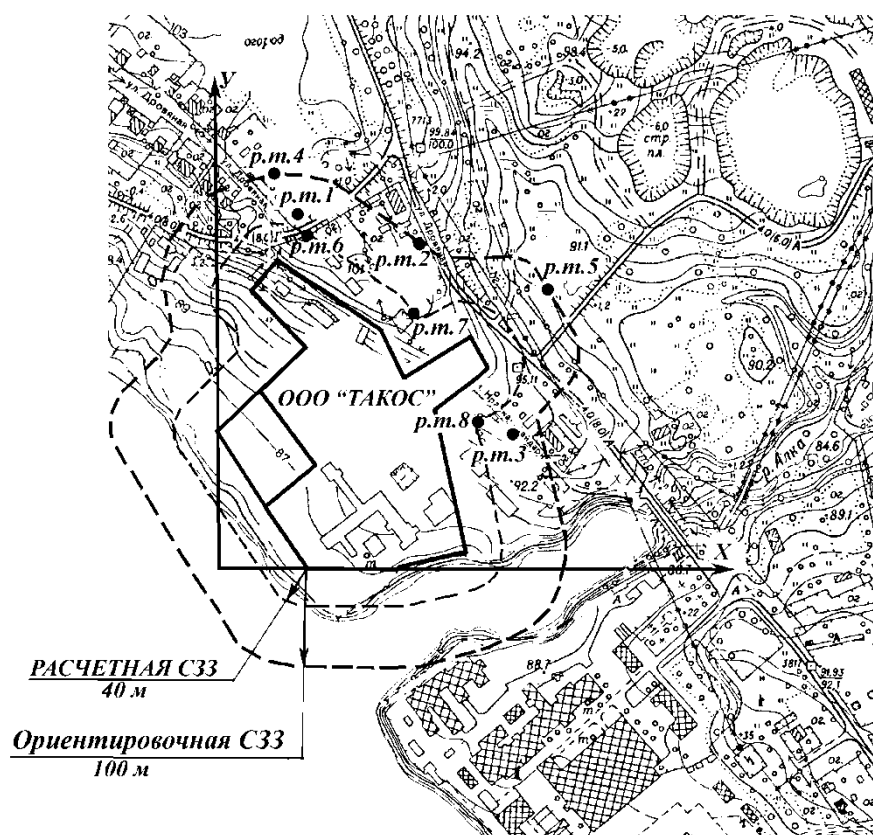


Рис. 1

В результате расчета получены следующие максимальные концентрации в долях ПДК на границе жилой зоны и границе СЗЗ (в расчетных точках):

- винилацетат – 0.852ПДК;
- циклогексанон – 0.681 ПДК;
- ацетон – 0.564ПДК;
- оксид углерода – 0.542ПДК (с учетом фона).

Выбросы по всем загрязняющим веществам – оксида углерода, диоксида азота, оксида азота, бензапирена, 2-этоксипропилацетата, этилацетата, бутилацетата, ксилола, циклогексанона, взвешенных веществ (окрасочного аэрозоля), толуола, ацетона – не приводят к опасному загрязнению атмосферного воздуха, то есть меньше ПДК.

Допустимое воздействие предприятия на атмосферный воздух обеспечивается эффективными установками очистки воздушных технологических потоков перед выбросом в атмосферу. Индивидуальные стружкоприемники УВП и их аналоги на участках деревообработки, установки УВП-1200А на участке заточки обеспечивают эффективную очистку и экономию тепла при полном отсутствии поступлений загрязняющих веществ в атмосферу и потерь тепла. До установки УВП и УВП-1200А максимальные концентрации по пыли древесной достигали 3.55ПДК, по оксиду железа от заточки инструмента – 0.91ПДК. На участке отделки производится окраска деревянных изделий лакокрасочными материалами (ЛКМ) из краскопульта в окрасочной камере, снабженной гидрофильтром, эффективность очистки в котором по летучим парам растворителей ЛКМ – 30%, а по окрасочному аэрозолю достигает 90%. До монтажа гидрофильтра максимальные концентрации по окрасочному аэрозолю составляли 0.71ПДК.

Таким образом, осуществив, за последние пять лет, качественные воздухоохраные мероприятия, предприятие значительно сократила негативное воздействие на атмосферный воздух селитебной зоны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инвентаризация источников выбросов в атмосферу для ООО «Такос» / исп. Соколов В.Б., 2012 г.
2. Инвентаризация источников выбросов в атмосферу для ООО «Такос» / исп. Соколов В.Б., 2008 г.
3. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – С-Пб.: НИИ АТМОСФЕРА, 2005 г.
4. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.
5. Новая редакция санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (с изменениями на 9 сентября 2010 года).

УДК 630.234:630.332

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАЩИВАНИЕ ЛЕСОСЕК ПРИ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

В.В. Шутов,

д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
ienjdfy@mail.ru

В статье рассмотрены особенности естественного восстановления вырубок после проведенных лесосечных работ по традиционным технологиям.

Снижение затрат на лесовосстановление лесосек является актуальной проблемой лесной науки. Лесовосстановление – единый непрерывный процесс, который является непременным атрибутом любого способа рубок. Г.Ф.Морозов [1] называл рубку и возобновление леса синонимами. В настоящее время широко используется естественное зарастание вырубок как наиболее малозатратное. Для лесохозяйственной практики очень важно выявить общие закономерности и лесоводственную эффективность формирования молодых насаждений при таком способе лесовосстановления. С этой целью проведены специальные исследования (2008–2011 гг.) динамики густоты насаждений, высоты и диаметра древесных пород в ОГУ «Судиславское лесничество» на 72 пробных площадях в насаждениях разного возраста, образовавшихся в период с 1986 по 2010 г. Сплошные рубки на всех объектах выполнены по традиционной технологии: валка – бензомоторными пилами МП-5 «Урал» или «Хускварна», обрубка сучьев – на месте падения дерева, сучья укладывались в кучи и сжигались, трелевка хлыстов – за вершину трелевочным трактором. Время проведения лесосечных работ декабрь – февраль.

В исследованиях учтены требования современных нормативных документов по уходу за лесом и лесовосстановлению в Российской Федерации [2,3,4]. В полевых работах использован метод круговых площадок, радиус которых определялся шестом длиной 2,52 м, что соответствует площади 20 м². Площадки закладывали по профилям, перпендикулярным длинной стороне вырубки. Расстояние между ними зависело от размеров вырубки и менялось от 24 до 60 м, а между учетными площадками на профиле – от 10 до 30 м, число учетных площадок на каждой пробной площади – от 30 до 50. На учетных

площадках подсчитывали количество стволов по породам, измеряли высоту у модельных деревьев и диаметр при помощи штангенциркуля с точностью до 0,5 мм. Благонадёжным подростом считали жизнеспособные деревца, расположенные друг от друга не ближе 0,5 м, и имеющие высоту не менее половины средней по всем породам. По деревьям средней высоты среди перспективных для выращивания определяли возраст молодняка по породам.

Оценку успешности лесовосстановления вырубок хвойными породами проводили по шкалам, заимствованным из нормативных документов [2,3,4]. Анализ результатов исследований показал, что густота молодняков сильно зависит породы. Так, среднее количество стволов ели варьировало от 620 до 3897, березы повислой – от 86 до 3786, березы пушистой – от 24 до 1685, осины – от 1457 до 4989, ольхи серой – от 120 до 3086 шт./га.

Количество стволов березы повислой максимальных значений достигает после 10 лет с момента восстановления вырубок, а их снижение наступает только после 20 лет. В целом из приведенных данных ясно, что количество стволов березы повислой в течение 20 лет продолжает увеличиваться и проведение в это время рубок ухода особенно важно для хвойных пород. Именно после 10 лет восстановления наблюдается снижение количества ели, причиной которого является сильное угнетение ее верхним ярусом березы. Количество стволов осины снижается на 4–7 год восстановления под влиянием рубок осветления, затем повышается, достигая максимума в возрасте вырубки 19–20 лет, и вновь снижается после 20 лет. Густота ольхи серой испытывает большие колебания. Максимальные показатели количества этой породы отмечаются обычно на 6–12 год восстановления вырубок, затем под воздействием рубок ухода (прочисток) и экологических факторов (борьба за существование) этот показатель снижается до 500 шт./га и ниже.

Высота древесных пород сильно зависела от условий местопроизрастания. Максимальные показатели средней высоты у ели составили 9,8, у березы повислой – 14,6, у осины – 15,1, у ольхи – 12,2, у березы пушистой – 12,0 м. Самой быстрорастущей в высоту породой является осина, которая в среднем прирастает на 60 см в год, а самой медленно растущей – ель, скорость роста которой 19 см в год. Динамика высоты древесных пород в процессе восстановления вырубок отвечает полиномиальной зависимости и в высшей степени достоверна, поэтому не требует выравнивания эмпирических данных (рис.).

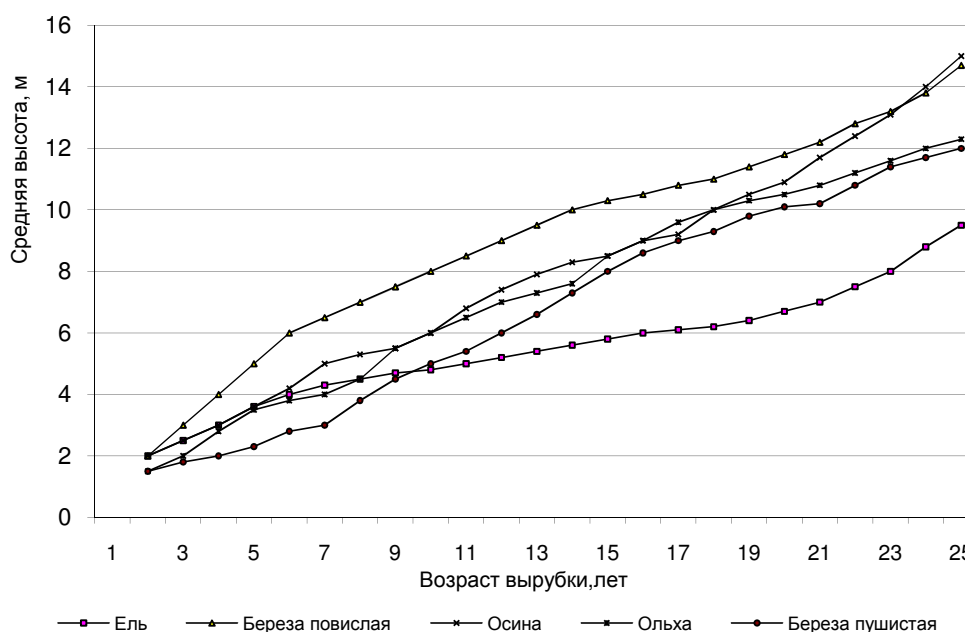


Рис. Динамика эмпирических показателей высоты древесных пород за исследуемый период

Величина диаметра стволов древесных пород также зависела от условий местопроизрастания. Максимальные показатели среднего диаметра у ели составили 9,4, у березы повислой – 11,7, у осины – 11,0, у ольхи – 9,8, у березы пушистой – 11,6 см. Скорость нарастания диаметра наибольшая (до 4 мм в год) у березы повислой, березы пушистой и осины, а наименьшая (до 2,5 мм в год) у ели и ольхи серой. Динамика диаметра древесных пород в процессе восстановления вырубок также как и высота отвечает полиномиальной зависимости и в высшей степени достоверна.

Результаты оценки успешности восстановления обследованных молодняков приведены в табл.

На 45% обследованных объектов восстановление оценивается как удовлетворительное и хорошее. Большинство молодняков естественного зарастания (55%) имеют неудовлетворительную оценку восстановления хвойных. Хорошее восстановление отмечено только на 4-х обследованных объектах. Большинство (58%) молодняков требует проведения осветлений и прочисток. Кроме того, значительная доля

(30%) объектов нуждается в реконструкции путем создания культур ели. Однако экономически в настоящее время нецелесообразно создавать здесь лесные культуры, поэтому все объекты неудовлетворительного восстановления следует считать листовыми насаждениями: 14 – березовыми, 6 – осиновыми и 2 – ольховыми. В дальнейшем по мере изреживания древостоя количество подроста ели в них будет возрастать, но период восстановления хвойного насаждения после сплошной рубки составит не менее 140 лет.

Таблица

Успешность лесовосстановления обследованных молодняков естественного происхождения

Оценка успешности восстановления хвойных	Всего обследованных объектов, шт.	% от общего числа объектов
Неудовлетворительное	40	55
Удовлетворительное	28	39
Хорошее	4	6
Всего	72	100

В заключение работы можно сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

1. Густота древесных пород с самого начала возобновления вырубki увеличивается, достигая максимума к 10–14 годам, затем снижается и к 25 годам почти достигает первоначального значения 3–5 тыс. шт./га. Отмечаются резкие её спады в следующие возрастные периоды: 4–5, 9–10, 14–15 лет. Это явление можно объяснить проведенными на большинстве объектов рубками ухода – осветлениями и прочистками.

2. Количество стволов хозяйственно-ценной породы ели в течение почти всего периода формирования снижается и достигает минимального показателя к 20 годам, затем резко возрастает, что можно объяснить появлением на вырубках самосева ели и изреживанием полога листовых пород. Ель является самой медленно растущей породой, средняя скорость роста которой в высоту составляет 19 см в год, а прирост по толщине – до 2,5 мм в год.

3. Потребность в осветлении и прочистках в настоящее время имеют 58% обследованных площадей хвойных молодняков. Остальные молодые насаждения по высоте древесных пород уже не соответствуют оптимальным срокам и нуждаются в проведении прореживания. Практически к ним относятся почти все появившиеся до 1996 года молодые насаждения.

4. Установлено, что в целях предотвращения отрицательного влияния пород-конкурентов на хозяйственно-ценные породы, при проведении осветлений и прочисток требуется уменьшить интенсивность последних, но увеличить их повторяемость.

5. Лесоводственная эффективность естественного зарастивания лесосек с традиционной технологией лесосечных работ остается недостаточно высокой из-за несвоевременного проведения рубок ухода в молодняках, что увеличивает продолжительность восстановления хвойных насаждений на 40 и более лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозов Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – М.-Л., 1928. – 368 с.
2. Правила ухода за лесом : приказ МПР РФ № 185 от 16.07.2007 г. – М., 2007. – 56 с.
3. Правила лесовосстановления : приказ МПР РФ № 183 от 16.07.2007г. – М., 2007. – 31 с.
4. Руководство по проведению лесовосстановительных работ в государственном лесном фонде таежной зоны Европейской части РСФСР (Архангельская, Ленинградская, Вологодская, Кировская, Пермская, Костромская, Горьковская, Ярославская области и Коми АССР). – М. : Минлесхоз РСФСР, 1977. – 72 с.



ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 338.45:684.4

ЭФФЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ МЕБЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ

Т.Л. Безрукова,

д.э.н., профессор кафедры «экономики и финансов» ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ

А.Н. Борисов,

д.э.н., профессор кафедры «экономики и финансов» ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ

И.И. Шанин,

аспирант кафедры «экономики и финансов» ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ

kingoao@mail.ru

В статье рассматривается эффективное развитие мебельного предприятия с рассмотрением оценки деловой активности. Изучены методики оценки деловой активности.

Оценка деловой активности с точки зрения решения стратегических задач организации и с точки зрения текущей производственно-хозяйственной деятельности осуществляется с использованием различных показателей. Естественно, что влияние финансового аспекта будет наиболее значимо при определении деловой активности в рамках стратегических задач организации.

Методики оценки деловой активности, рассмотренные в работах авторов по экономическому и финансовому анализу, предлагают более 35 различных показателей, по которым можно анализировать деловую активность предприятий. В вопросе оценки деловой активности у авторов достаточно много разногласий: включать ли в показатели деловой активности рентабельность, продолжительность операционного и финансового циклов, коэффициент инвестиционной активности, показатели рыночной активности акционерного общества и т.д. Недостаток подходов различных авторов к анализу деловой активности заключается также в том, что они не рассматривают единый показатель деловой активности, а рассматривают группу показателей, одни из которых на практике стремятся в своей динамике к росту, другие – к снижению, что делает невозможным применение их методик к оценке деловой активности предприятий [2].

Устранить отмеченные недостатки методик оценки деловой активности можно, рассмотрев деловую активность как характеристику процесса деятельности предприятия. Так как предприятие в своей деятельности осуществляет различные функции, связанные с соответствующими направлениями его деятельности: планирование, маркетинг, финансы, организация, производство, инновация, социальное развитие и т.д., то и деловая активность должна оцениваться в разрезе этих функций.

Учитывая специфику мебельных предприятий, аспекты деловой активности целесообразно объединить в следующие виды деловой активности: производственную, технико-экономическую и финансово-коммерческую деловую активность. Каждый вид активности связан с определенными функциями предприятия: производственная активность – с непосредственным производством продукции; технико-экономическая активность – с общей технической, технологической подготовкой производства и обеспечением процесса производства; финансово-коммерческая активность – с реализацией продукции, учетом конечных финансовых результатов, инвестированием деятельности предприятия, финансовым менеджментом [1].

Для анализа деловой активности необходимо определить необходимые показатели с соблюдением следующих условий:

- все показатели должны быть относительными;
- все показатели должны иметь однонаправленный характер;
- показатели не должны коррелировать между собой, если коэффициент корреляции между двумя показателями стремится к единице, то включение обоих показателей в анализ нецелесообразно, и нужно оставить один из них, который имеет наименьшую погрешность.

Производственная активность характеризует производственную деятельность предприятия и определяется производительностью труда рабочих.

Технико-экономическая активность характеризует функции управления производственным процессом, а также его подготовку и обеспечение и определяется следующими показателями: материалоотдача, фондоотдача, энергоотдача, коэффициент оборачиваемости оборотных средств, рентабельность активов и затратноотдача, то есть показатель, обратный затратам на один рубль производимой продукции.

Финансово-коммерческая активность характеризует функции управления реализацией продукции и обеспечения предприятия финансовыми ресурсами и определяется показателями: рентабельность продаж, коэффициент абсолютной ликвидности, коэффициент финансовой независимости, коэффициент обеспеченности собственными средствами.

Для каждого из перечисленных показателей рассчитываются цепные индексы по формуле $I_n = \frac{y_n}{y_{n-1}}$, характеризующие динамику изменения показателей, а значит и деловую активность под-

разделений предприятия. Индекс каждого вида активности будет рассчитываться как среднее арифметическое из индексов соответствующих показателей, а индекс общей деловой активности – как среднее арифметическое из индексов производственной, технико-экономической и финансово-коммерческой активности. Формула средней геометрической для расчета активности применяться не может, ввиду того, что если хотя бы один из показателей будет равен нулю или стремиться к снижению, то индекс данного показателя будет нулевым или отрицательным. Следовательно, общий индекс деловой активности может быть искажен из-за отрицательных значений индексов отдельных показателей, если их перемножать при вычислении общего индекса. Опыт показывает, что применение среднеарифметических значений практически не искажает конечный показатель деловой активности, поэтому необходимо использовать формулу средней арифметической при расчете индексов деловой активности.

Для повышения деловой активности предприятие должно максимально использовать свой внутренний потенциал. У предприятия может быть огромный потенциал, но без активности работников этот потенциал не перерастет в экономическое развитие, экономический рост.

Современные концепции использования человеческого фактора утверждают взгляд на рабочую силу как на один из ключевых способов снижения издержек производства, роста производительности труда и, следовательно, увеличения прибыли [3].

Следовательно, приоритетной задачей управления предприятием становится развитие сотрудников – до такого уровня, чтобы они могли применять в работе творческий подход, генерировать новые идеи, самостоятельно принимать решения, а это и есть ни что иное, как проявление деловой активности. Развитие персонала является основой для повышения деловой активности всего предприятия [4].

Для управления деловой активностью определяются факторы, которые связаны с развитием персонала и являются «причиной» активности, могут повлиять на увеличение, либо на снижение деловой активности. К этим факторам были отнесены: образование, здоровье, профессионализм, личностные качества, мотивация, взаимоотношения в коллективе, условия труда. Эти факторы являются качественными, поэтому для получения соответствующей количественной оценки факторов были использованы элементы теории нечетких множеств и экспертных оценок, проводимых под руководством автора диссертации.

Руководитель подразделения оценивает данные факторы для своих сотрудников. Затем находят среднеарифметические значения количественных оценок (X_i) для подразделений, характеризующих каждый вид активности: производственную, технико-экономическую и финансово-коммерческую. Так как для каждого подразделения значимость факторов будет различной, то необходимо определить

вес каждого фактора (w_i), причем $\sum_{i=1}^n w_i = 1$. Вес задают эксперты. Общее значение определяется как произведение оценки (среднеарифметического значения оценки по подразделению) и веса, т.е. $K_i = X_i w_i$. Методика расчета оценки влияния факторов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Оценка влияния факторов на деловую активность предприятия.

№	Фактор	Вид деловой активности (производственная, технико-экономическая или финансово-коммерческая активность)		
		оценка	вес	общее значение
1	Образование	X_1	w_1	$K_1 = X_1 w_1$
2	Здоровье	X_2	w_2	$K_2 = X_2 w_2$
3	Профессионализм	X_3	w_3	$K_3 = X_3 w_3$
4	Личностные качества	X_4	w_4	$K_4 = X_4 w_4$
5	Мотивация	X_5	w_5	$K_5 = X_5 w_5$
6	Взаимоотношения в коллективе	X_6	w_6	$K_6 = X_6 w_6$
7	Условия труда	X_7	w_7	$K_7 = X_7 w_7$
	Сумма	-	I	$\sum_{i=1}^n K_i$

Сравнивая три результативных показателя $\sum_{i=1}^n K_i$ (они должны принимать значения от 0 до 1),

соответствующие производственной, технико-экономической и финансово-коммерческой деловой активности, можно определить в каком подразделении и на какой именно фактор необходимо воздействовать, чтобы деловая активность данного подразделения и соответственно деловая активность всего предприятия повысилась. На примере одного из исследуемых предприятий было рассчитано влияние указанных факторов на деловую активность предприятия. Результативный показатель, характеризующий влияние всех факторов на производственную активность составил 0,531, на технико-экономическую активность 0,628, а на финансово-коммерческую активность 0,729. Таким образом, для повышения деловой активности данного предприятия, необходимо воздействовать на производственную группу рабочих, а именно на факторы, имеющие наименьшую оценку: мотивация и условия труда. Практическая значимость оценки факторов, влияющих на деловую активность, заключается в том, что управляющие могут определить сильное либо слабое звено, то есть тот фактор, управление которым приведет к росту деловой активности предприятия и повышению эффективности его работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безрукова Т.Л. Формирование и основные элементы механизма повышения эффективности экономической деятельности предприятия мебельной промышленности / Т.Л. Безрукова, А.Н. Борисов, И.И. Шанин // Лесотехнический журнал. 2012. №1(5), С. 107-122.
2. Безрукова Т.Л., Борисов А.Н., Шанин И.И. Классификация показателей оценки эффективности экономической деятельности промышленного предприятия // Общество: Политика, Экономика, Право. -2012. -№ 1. С. 73-80.
3. Шанин И.И. Развитие промышленного производства и внедрение инноваций в восстановительный послекризисный период // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. № 10. –С. 155-158.
4. Шанин И.И. Особенности механизма повышения эффективности экономической деятельности мебельного предприятия // Экономика, предпринимательство и право. – 2012. №3(14). — <http://www.creativeconomy.ru/articles/23227/>

УДК 674. 02

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ДВЕРНЫХ БЛОКОВ ИЗ МАССИВА ДРЕВЕСИНЫ В КОСТРОМСКОМ РЕГИОНЕ

С.Б. Зварыгина

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
mid@kstu.edu.ru

А.А. Федотов,

аспирант, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

В статье рассматриваются факторы конкурентного успеха выпуска дверных блоков из массива по модели пяти рыночных сил М. Портера для предприятий Костромского региона.

Конкуренция является неотъемлемой частью рыночной экономики. Для стратегического развития деревообрабатывающего предприятия необходимо проводить анализ конкурентных сил, действующих в отрасли. На примере деревообрабатывающих предприятий Костромского региона был выполнен анализ конкурентных сил, действующих на рынке дверных блоков из массива древесины для жилых и общественных зданий. Были проанализированы отдельные факторы (показатели), носящие долговременный характер и оказывающие влияние на выпуск продукции в настоящем и в будущем, приведены экспертные оценки степени влияния отдельных факторов по методу М. Портера. М. Портер выявил пять конкурентных сил, определяющих привлекательность отрасли: угроза появления новых конкурентов, угроза появления товаров – заменителей, способность поставщиков торговаться, способность покупателей торговаться, угроза со стороны имеющихся конкурентов в отрасли. Оценки факторов конкурентного успеха выбирают в баллах.

При анализе конкурентоспособности дверных блоков из массива использовалась 10-бальная шкала (от 0 до 10): оценка «10» соответствует самому высокому уровню неблагоприятного воздействия анализируемого фактора на предприятие, а оценка «0» – наиболее благоприятное значение параметра для предприятия. Оценка уровня интенсивности конкуренции проводилась при опросе инженеров технологической службы [1] предприятия ЗАО «Дверокон» г. Кострома. В вопросе участвовал 21 чел.

Первая сила модели М. Портера – угроза появления новых конкурентов в отрасли по производству дверных блоков из массива. Несмотря на то, что входные барьеры в отрасль являются весьма высокими, угроза представляется более чем вероятной, поскольку Костромской регион является одним из крупных сырьевых источников массива древесины. Первую силу будут определять следующие факторы:

1. Экономия на масштабе (4 балла). Это необходимость обеспечения определенного гарантированного объема производства для успешного внедрения в отрасль нового потенциального конкурента и его прибыльного функционирования. Высокие значения данного показателя соответствуют эффективности производства на больших объемах, и наоборот.

2. Продуктовая дифференциация потребителей (2 балла). Это привязанность потребителей к уже работающим в регионе производителям, степени их предпочтений к имеющимся торговым маркам, таких как ОАО «Стройдеталь», ЗАО «Агатекс», ООО «Алюпластинвест». Для целевых рынков ЗАО «Дверокон» влияние этого показателя существенно и, следовательно, продуктовая дифференциация потребителей служит заметным барьером для его потенциальных конкурентов.

3. Потребности в объеме инвестируемого капитала (5 баллов). Производство дверных блоков характеризуется высокой фондоемкостью, поэтому потребности в инвестициях для входа в отрасль велики. Кроме стоимостных основных средств объем инвестируемого капитала должен покрывать расходы на разработку конструкторско-технологической документации, изготовление экспериментального изделия и рекламное представление новой продукции.

4. Расходы потребителей на переориентацию на других поставщиков (4 балла). ЗАО «Дверокон» должен преодолеть существующую приверженность покупателей продукции давно известных производителей и «компенсировать» расходы потребителей, возникающие при переходе на покупку новой продукции, отличающейся весомыми для потребителей привлекательными качествами.

5. Доступ к каналам сбыта (5 баллов). Это затраты потенциального конкурента на обеспечение сбыта своей продукции. В настоящее время системы дистрибуции дверей из массива в деревообрабатывающей отрасли находится под влиянием кризисных изменений и оценивается как значимая в рыночном отношении.

6. Доступ к источникам сырья (6 баллов). Сортиментное качество сырья, комплектующих покупных изделий для предприятий отрасли чрезвычайно разнообразно. При этом поставщики характеризуются значительной территориальной разобщенностью и различаются по ценовой политике поставок.

7. Государственные ограничения на доступ новых конкурентов в отрасль (7 баллов). Это влияние государства на величину входных барьеров в отрасль, таких как лицензирование, квотирование, установление пошлин, введение стандартов.

8. Ответная реакция работающих в отрасли производителей (8 баллов). Фактор имеет неблагоприятное значение для предприятий по выпуску дверных блоков из массива, в т.ч. для ЗАО «Дверокон», так как у них в настоящее время не имеется сколько-нибудь действенных средств для того, чтобы осложнить деятельность новых конкурентов в отрасли.

Оценка появления угрозы новых конкурентов в отрасли по первой рыночной силе определяется по среднему баллу факторов, принятых в анализе: $(4+2+5+4+5+6+7+8)/8=5,1$ балла.

Полученный результат свидетельствует о высокой степени неопределенности в дальнейшем развитии производства дверных блоков, т.к. величина среднего балла располагается по середине оценочной шкалы.

Вторая сила модели М. Портера – угроза товаров – субститутов (заменителей). По мнению респондентов ЗАО «Дверокон», большую угрозу представляют пластиковая и алюминиевая продукция (двери распашные на петлях, раздвижные на направляющих, складные, подъемные, рулонные), которая может заменить двери из массива древесины, производимая по традиционной технологии изделий. В регионе имеются крупные производители, такие как «Компания Система», «РСУ – 3», ООО «Глобал-Кострома», «Цитадель», «Алюпласт – Кострома», ЗАО «Линк» и др, которые обладают большими производственными мощностями и вытесняют дверные блоки из массива древесины на рынке. В настоящее время имеет влияние также импортная продукция. Импорт дверных блоков составляет около 5 % в общем объеме рынка. Импортируют в Россию: Финляндия (33 % в общем объеме импорта), Италия (29 % в общем объеме) и Испания (8 % в общем объеме). Поэтому, угроза товаров – субститутов реальна и ее следует учитывать при определении конкурентной позиции предприятия по выпуску деревянных дверных блоков.

Вторую рыночную силу формируют два фактора.

1. Склонность потребителей к продуктам – субститутам (9 баллов).

Эта угроза оценивается как высокая, так как предопределена предложением этой продукции по выгодным ценам и интенсивной рекламе со стороны конкурентов.

2. Уровень цен на товары – субституты (5 баллов). Реально выбор дверей покупателем осуществляется по уровню цен между пластиковой, алюминиевой и деревянной продукцией. Таким образом, уровень цен на товары – субституты создает дополнительный притягательный момент для потребителя.

Средняя оценка угрозы появления товаров – субститутов составит $(9+5)/2=7$ баллов, что представляет серьезную угрозу для производства дверных блоков из массива древесины.

Третья сила модели М. Портера – способность поставщиков диктовать свои условия поставок как со стороны поставщиков древесного, так от поставщиков комплектующих изделий. Поставщиков сырья много, тогда как поставщики комплектующих изделий представлены немногими предприятиями, выпускающих дверные петли и ручки.

Средняя оценка диктата поставщиков будет следующей:

1. Возможность замены древесного сырья и комплектующих изделий носит ограниченный характер (9 баллов).

2. Уровень цен и качество поставляемой продукции сырья, материалов и комплектующих (6 баллов).

Средняя оценка третьей рыночной силы составит: $(9+6)/2=7,5$ баллов, что характеризует сильное влияние поставщиков.

Четвертая сила модели М. Портера – способность покупателей диктовать свои требования. Давление со стороны потребителей оценивается при анализе следующих факторов:

1. Уровень концентрации потенциальных потребителей по мнению респондентов ЗАО «Дверокон» (6 баллов).

2. Диктат покупателей обуславливают их вниманием к цене и эксплуатационным характеристикам пластиковой и алюминиевой продукции. Эти товары – субституты освоили значительную долю рынка дверных блоков (9 баллов).

3. Чувствительность потребителей к уровню цен (9 баллов): низкая платежеспособность населения Костромского региона обуславливает его высокую чувствительность к отпускным ценам.

4. Доступ к информации о товарах (4 балла) достаточно широкий.

5. Уровень покупательского спроса (6 баллов). Платежеспособный спрос на анализируемую продукцию находится на среднем уровне, тогда как потенциальный – на высоком.

Средняя оценка давления со стороны покупателей может быть существенно: $(6+9+9+4+6)/5 = 6,8$ баллов.

Пятая сила модели М. Портера – соперничество существующих в отрасли предприятий зависит от следующих факторов.

1. Устойчивость предприятия в отрасли по росту объемов производства (3 балла): производство дверных блоков набирает производственный и технологический потенциал.

2. Уровень концентрации производителей по Костромскому региону (4 балла), что характеризует территориальное распределение производителей дверных блоков.

3. Выходные барьеры из отрасли (6 баллов). Под выходными экономическими барьерами понимаются издержки, связанные с отказом от высокоспециализированных активов, ориентированных на выпуск дверных блоков из массива древесины, затраты на переориентацию предприятия на выпуск продукции других видов, нехарактерных для деревообрабатывающей отрасли.

4. Продуктовая дифференциация производителей (3 балла). Этот показатель отражает многовариантность основной продукции предприятий – производителей отрасли и, таким образом, позволяет сделать выводы о борьбе производителей за отдельные сектора рынка и об интенсивности соперничества в отрасли вообще. Ситуация, при которой количество модификаций у конкурентов выше, чем у ЗАО «Дверокон», свидетельствовало бы не в его пользу.

5. Загруженность производственных мощностей предприятий невысокая и обусловлена низкой реализацией произведенной продукцией (4 балла).

Средний уровень интенсивности внутриотраслевой конкуренции составит: $(3+4+6+3+4)/5 = 4$ балла.

Интегральный показатель конкурентоспособности дверных блоков из массива древесины по результатам анализа рыночной конкуренции: $(5,1+7+7,5+6,8+4)/5 = 6,08$ баллов.

Результаты конкурентного анализа свидетельствуют о высокой степени конкуренции среди предприятий по выпуску дверных блоков из массива в Костромском регионе, о влиянии существующих и потенциальных угроз позициям предприятий. Уровень деревообрабатывающего производства дверей в сочетании с высокой интенсивностью конкуренции снижают инвестиционную привлекательность предприятий по выпуску дверных блоков из массива древесины, что следует учитывать при их реинжиниринге или технологической реконструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Деревянные окна и двери из массива сосны, ели, эксклюзивная мебель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dverokon44.ru/shop/index.php/?p=1&SID=51aabb6ce691a58bfab6a3c62a1e2e73>).

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦИЙ КУХОННОЙ МЕБЕЛИ
ПО МЕТОДУ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА****Л.Н. Галочкина,**

канд. экон. наук, профессор, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

С.Б. Зварыгина,

канд. тех. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

Н.В. Судаева,

студ. гр. 07-д-3, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

В статье рассматривается использование системного метода функционально – стоимостного анализа для характеристики функций кухонной мебели.

Функционально-стоимостной анализ (далее ФСА) является одним из проходов комплексного технико-экономического использования функций мебельных изделий. При помощи ФСА можно установить соотношение между качеством использования функций, деталей, комплектующим элементам, сборочным единицам изделия и затратами на их осуществление. Методика проведения ФСА включает несколько этапов. На информационном и подготовительном этапах наиболее важной работой является систематизация данных о реальных условиях функционирования проектируемого изделия, его конструктивных и технологических особенностях, возможностях производства и структуре производственных затрат. На этом этапе уточняются цели совершенствования мебели, необходимые для их решения задачи. Количественная оценка изучаемого объекта на информационно-подготовительном этапе осуществляется с помощью построения дерева целей и задач, которые должны быть решены в процессе ФСА, построения структурной схемы изделия и уточнения затрат по ее элементам, выявления наиболее трудоемких и материалоемких элементов изучаемой системы, а так же элементов, определяющих уровень качества и долговечности изделия. На аналитическом этапе формулируются внешние и внутренние функции объекта и проводится оценка значимости и затрат на функции на основе совмещенного анализа всех элементов изделия. В первую очередь выявляются и формулируются функции изделия в целом (внешние) и его сборочные единицы. Существенным моментом при формулировке функций является абстрагирование от конструктивно-технологической реализации. Формулировка функции должна быть направлена на поиск возможных технических решений, их анализа и выявления среди них экономичных.

Одно из важнейших достоинств ФСА заключается в создании предпосылок и условий для постановки и решения многовариантных организационно-технических задач, и это достоинство должно реализовываться уже при формулировке функций. Функционально необходимые затраты, как на отдельные функции, так и на изделие в целом – это тот минимальный уровень затрат, который может быть достигнут при использовании наиболее прогрессивных схемных и конструктивно-технологических решений, при обеспечении наивысшего уровня производительности труда, использования материальных и энергетических ресурсов. Следует отметить, что необходимость соответствия значимости функций для потребителя мебели затрат на их реализацию в значительной мере зависит от методики описания рассматриваемой системы, расчета затрат, проведения экспертных оценок и не всегда может быть практически достигнута. Тем не менее подход на основе такого предположения позволяет более четко организовать процедуру ФСА путем выявления на аналитическом этапе зон сосредоточения излишних затрат, организации поиска новых идей и решений на творческом этапе в первую очередь в этих зонах. После нахождения новых конструктивно-технологических решений возможны повторные возвращения первоначальной конструкции изделия и диагностики новой более усовершенствованной. На творческом этапе ФСА устанавливаются способы решения задачи совершенствования рассматриваемых изделий и технологических процессов в двух направлениях: устранения, ликвидации излишних функций: нахождения эффективных конструктивно-технологических решений по необходимым функциям. Результатом творческого этапа ФСА является перечень вариантов исполнения изделий и процессов.

Функциональная модель ФСА представляет собой идеальную структуру проектируемого изделия без учета конкретной специфики дизайн изделия, его конструкторских решений, технологических и производственных процессов. При построении функциональной модели выделяются внутренние функции изделий и процессов, которые подразделяются на основные и вспомогательные. Основная функция подчинена главной, обеспечивает ее реализацию и соответственно работоспособность объекта в целом. Основные функции определяют принцип действия объекта и включают функции ввода энергии, информации, их преобразования и вывода. Выявление функций изделий, процессов и других объектов имеет целью построение логической функциональной модели, ее анализа и определения для конкретных условий производства и применения полезных, нейтральных и бесполезных функций. Эта работа является первым этапом по оценке излишних затрат, сосредоточенных в нейтральных и бесполезных (вредных) функциях проектируемого изделия. Функция – качественный аспект потребительского свойства. Количественная оценка функций возможна с помощью одной или нескольких тесно связанных эксплуатационных характеристик. В таблице 1 представлена характеристика функций элементов

кухонной мебели. Функциональная характеристика изделия, предусматривающая следующую классификацию функций: в области проявления; в области удовлетворения потребностей; в области процесса эксплуатации; в области характера проявления. Выявление функций осуществляется по структурной схеме изделия. В области проявления функции различают: внешние, взаимодействующие с внешней средой; внутренние, их выполняют элементы корпуса или каркаса. В области удовлетворения потребностей функции бывают главными; второстепенными. В области процесса эксплуатации функции могут выполнять: основную; вспомогательную роли.

Таблица 1

Характеристика функций элементов кухонной мебели

Виды функций	Характеристики функций																	
	в области проявления			в области удовлетворения потребностей			в области процесса эксплуатации			В области характера проявления			По степени полезности					
	Основные (О)			УФ печать (У)						Стеновая панель(С)								
	внешняя			главная			основная			номинальная			полезная					
1. Формирование габаритов изделия	О	У	С	О	У	С	О	У	С	О	У	С	О	У	С	О	У	б/п С
2. Эстетическое восприятие (создание профиля изделия)	О	У	С	О	У	С	О	У	-	О	д У	С	О	У	С	О	У	С
3. Формирование кухонной зоны	О	-	-	О	-	-	О	-	-	д			полезная					
4. Обеспечение потребной емкости кухонного места	О	-	-	О	-	-	всп			номинальная								
5. Создание плоскости для защитно-декоративных покрытий	О	У	С	О	вт У	С	основная			д н С			О	У	С			
6. Использование в интерьере в качестве перегородки	О	У	С	-	У	С	-	У	-	номинальная			-	У	-	-	У	-
7. Восприятие нагрузок	внутренняя			О	вт У	С	О	У	-	д н У			О	У	С	О	У	б/п С
8. Устойчивость конструкции	О	-	-	О	-	-	О	-	-	О	-	-	полезная			О	-	-
9. Прочность основания	О	-	-	второстепенная			О	-	-	О	-	-	О	-	-	О	-	-
10. Прочность крепления опорных брусков	О	-	-	О	-	-	всп			О	-	-	нейтральная			О	-	-
11. Прочность соединения опорных стенок к корпусу	О	-	С	главная			основная			О	-	-	полезная			О	-	-
12. Жесткость каркаса	О	-	-	второстепенная			основная			О	-	-	О	-	-	О	-	-
13. Удобство в эксплуатации	О	У	С	главная			О	-	-	номинальная			нейтральная			О	-	-
14. Долговечность	О	У	С	второстепенная			всп			п						О	-	-
15. Безопасность	О	У	С	главная			О	-	-	д			полезная			О	-	-
16. Экологичность	О	У	С	О	У	С	основная			О	У	С	О	-	-	О	-	-
17. Опорная поверхность (вариант из цоколя)	внешняя			-	У	-	-	У	-	номинальная			-	У	-	-	У	-
18. Крепление элементов освещения	внутренняя			-	У	-	всп			д			-	У	-	-	У	-
19. Крепление навесных тумб	-	У	-	второстепенная			основная			-	У	-	-	У	-	-	У	-
20. Ограничение ростовой категории человека	внешняя			О	-	С	всп			д			нейтральная			О	-	С

Примечание. Сокращенные названия функций: б/п – бесполезная; д – действительная; п – потенциальная; всп – вспомогательная, вт – второстепенная.

Функционально-экономический анализ характеристик элементов кухонной мебели позволил выявить более 70 основных функций: внешних, главных, номинальных и полезных, сочетание которых обеспечивает стоимость кухонных наборов мебели от 15000 до 45000 рублей. По результатам ФСА были приняты к производству на ООО «ТАКОС» г. Кострома варианты кухонных гарнитуров корпусной конструкции на вертикально-проходных стенках, с имитацией классических стилей (коринфский, ионический, тосканский, дорический) с фасадами (двери, накладные стенки ящиков), изготовленные из плит средней плотности, облицованных ПВХ – пленкой для нижнего яруса изделий и декоративных по методу УФ – печати для навесных шкафов и стеновой панели.

Принципы ФСА предполагают распределение функций изделия по категориям А, В, С.

-А – категория, в которую включают функции главные, основные и полезные;

-В – категория объединяет функции второстепенные, вспомогательные, действительные;

-С – категория, объединяющая номинальные, нейтральные и бесполезные функции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акулов Л.В. А лидер кто? / Л.В. Акулов // Идеи Вашего дома. – 2007. – № 78. – С. 61–62.
2. Тесса Ивли. Дизайн интерьера. 500 креативных идей. – М.: Изд-во Эксмо, 2005. – 256 с., ил.
3. Зварыгина С.Б. Интерьер и оборудование: методические указания к выполнению расчетно-графической работы «Функциональный анализ мебели с учетом конкретного места эксплуатации. Архитектурный чертеж изделия» – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Кострома: КГТУ, 2004.
4. Кузьмина Е.А. Функциональный анализ – основы методологии ФСА / Е.А. Кузьмина, А.Н. Кузьмин // Методы менеджмента качества. – 2003 – №6, 7.
5. Высоковская Е.А. Понятие стоимости в контексте функционально-стоимостного анализа / Е.А. Высоковская, А.М. Кузьмин // Стандарты и качество. – 2007. – №1. – С. 94–98.
6. Справочник мебельщика / под ред. В.П. Бухтиярова. – 3-е изд., перераб. – М.: МГУЛ, 2005. – 600 с.

УДК 338.45:630(47+57)

НАИБОЛЕЕ ОСТРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

И.С. Зиновьева,

канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

zinovirs@mail.ru

В статье анализируются наиболее острые проблемы лесопромышленного комплекса РФ и возможные пути их решения.

Лесной сектор Российской Федерации оставался в стороне от структурных и экономических преобразований довольно длительное время. Сейчас не только нет тенденции к улучшению, а напротив, ситуация имеет тенденцию к ухудшению. Вопросы, касающиеся перспективы развития лесного комплекса, являются актуальными для экономики страны, так как вопросы совершенствования финансовых и экономических механизмов в области лесных отношений затрагивают огромный пласт социальных, экономических, производственных, экологических и финансовых взаимоотношений.

Суть вопроса не в том, что стоящие перед ЛПК трудности и проблемы непреодолимы или сил, прилагаемых для их решения, недостаточно. Дело в том, что все проблемы ЛПК тесно взаимосвязаны, а их масштаб требует системного подхода к решению на государственном уровне. ЛПК как никогда ранее необходима совершенная система управления, отражающая стратегию государства в отрасли. Причем основанная на истинных интересах страны, а не на интересах государства, в лице чиновников, которые заботятся о собственных интересах.

Что же целесообразнее – сохранить лес в собственности государства, давая лесопользователям права долговременное использование леса, или передать в частные руки наше общее богатство?

Какие направления ЛПК являются наиболее предпочтительными для России исходя из национальных интересов, экономических условий и экологической стабильности?

Только после того, как государство сформулирует предельно ясную позицию по этим и другим вопросам, которые касаются развития ЛПК и рационального использования нашего богатства, можно переходить к решению более локальных задач: к разработке конкретных мер по улучшению рационального лесопользования, формированию эффективной таможенной политики, налоговому стимулированию. В противном случае, российский ЛПК будет лишен базы для долговременного развития.

Если в России будет заложена эффективная национальная политика, российский ЛПК, учитывая его гигантский потенциал, может добиться в долгосрочной перспективе впечатляющих результатов, но сейчас к большому сожалению наше законодательство имеет ряд больших пробелов и несогласованностей.

В настоящее время существуют и другие проблемы, которые связаны с лесовосстановлением. С одной стороны, являясь собственником лесного фонда, государство не может проводить эти работы в необходимых масштабах. Кроме того, оказавшись в сложных финансовых условиях, государственные структуры сами выступают в качестве лесозаготовителей, причем осуществляются далеко не только те рубки, которые необходимы для поддержания качества лесного фонда. В таких условиях борьба с нелегальными рубками, которые осуществляются варварскими способами, с помощью административных мер воздействия становится практически невозможной. С другой стороны, вследствие несогласованности действий между федеральными, региональными и местными властями экономическое воздействие на процесс лесоохраны и лесовосстановления в настоящее время неэффективно. Множество споров вызывает процесс взимания, распределения и использования платежей за пользование лесными ресурсами.

Собственно, все эти проблемы – лишь следствие одного очевидного факта. Наше государство не в силах выполнять свои прямые обязанности по сохранению национального богатства. Конечно, речь не идет о том, чтобы исключить правительство из процесса регулирования ЛПК. Однако, если лесопользователи будут продолжать относиться к лесным ресурсам только как к источнику «быстрых» денег, то в скором времени наше лесное богатство превратится в щепки.

В настоящее время подавляющая часть лесопользователей получает лишь краткосрочное разрешение на заготовку леса, и часто в больших сроках аренды они и не заинтересованы. Предусмотренного этим разрешением времени вполне достаточно для того, чтобы вырубить требуемое количество древесины и экспортировать ее за границу и не заботиться ни о лесовосстановлении, ни о строительстве инфраструктуры. Такая ситуация вполне всех устраивает, в том числе и местные власти, для которых регулярное оформление и переоформление аренды – лишняя возможность заставить лесопромышленников «делиться». Не заинтересованы в хищнических способах заготовки леса лишь крупные компании, которые рассматривают лесной бизнес как стабильный источник доходов в долгосрочной перспективе.

Даже сейчас ведущие лесопромышленные компании обладают всеми необходимыми ресурсами и для проведения работ по лесовосстановлению, и для строительства необходимой инфраструктуры в ранее не освоенных регионах. Но при существующей обстановке они не имеют стимулов для серьезных вложений в лесное хозяйство. Зачем вкладывать серьезные средства в участки, которые через несколько лет могут быть переданы другим? Поэтому вопрос о предоставлении разрешения на заготовку леса на длительные сроки, возможности получения леса в концессию стоит для лесного комплекса исключительно остро.

Только после того, как у лесных ресурсов России появятся реальные хозяева (пусть даже работающие на условиях долгосрочного разрешения на заготовку леса), которые будут заинтересованы в поддержании лесного хозяйства на должном уровне, система использования лесных ресурсов станет эффективной. Поэтому главной задачей государства в этой сфере сейчас является выработка максимально прозрачного, действенного механизма передачи леса в долгосрочное использование и контроля над эксплуатацией лесов. Если же лесопользователь в течение длительного времени эффективно использовал арендованные им лесные ресурсы, соблюдая все предъявляемые ему государством требования, то почему бы и не передать ему используемые участки леса в частную собственность, вряд ли в такой ситуации интересы России будут нарушены.

Не маловажной проблемой ЛПК является повышение экологической ответственности российских лесопромышленных компаний. Западные партнеры российского ЛПК сейчас предъявляют все более жесткие требования к экологическим показателям отечественных компаний. Единственное предложение, с которым наши лесопромышленные компании могут выходить на западные рынки, – приемлемые цены на качественный продукт в сочетании с гарантией, того что при его производстве не нарушается экологическая обстановка территории. Поэтому уже в самом ближайшем будущем наши компании смогут выйти на весьма перспективные рынки европейских и азиатских государств, лишь если представят реальные доказательства того, что в своей деятельности они не забывают и об охране окружающей среды. А без доступа к новым региональным рынкам отечественный ЛПК обречен на стагнацию.

Подавляющее большинство предприятий ЛПК не заботятся об экологическом состоянии нашей страны. В связи с этим существует множество проблем, которые остро стоят перед компаниями: нелегальная рубка леса, вырубка малонарушенных лесов, выбросы оксида углерода в воздух и взвешенных веществ и нефтепродуктов в водоемы. Только отдельные российские предприятия начали внедрять наиболее прогрессивные технологии, давно и успешно используемые на Западе. Основная проблема этих компаний связана с тем, что они не уверены в будущем своей собственности в современных условиях. Кроме того, определенные моменты, которые касаются экологии или рационального использования лесных ресурсов противоречат подходам государственных чиновников. К примеру, методы рубок и способы определения расчетной лесосеки не менялись со времен СССР, когда казалось, что лесов в России хватит еще на миллион лет.

Основное препятствие на пути «экологизации» российского ЛПК – отсутствие адекватной системы оценки уровня экологичности предприятий лесного комплекса, понятной в том числе и Западу. Западный потребитель не будет самостоятельно выяснять какую технологию использует российский

производитель. К тому же российские предприятия ЛПК имеют очень разные понятия о том, что есть забота об окружающей среде и где начинаются излишества. В данном случае российскому ЛПК необходима соответствующая сертификация, но в нашей стране такие сертификаты качества и экологичности не соответствуют зарубежным сертификатам.

В сложившихся условиях возникает другая важная проблема лесопромышленного комплекса – недостаток инвестиций. За последние 10 лет финансирование отрасли сократилось почти в 15 раз. Лесная отрасль мало привлекательна для инвестиций в силу большого числа некоммерческих рисков, связанных с политической нестабильностью России, несовершенством лесного законодательства и отсутствием четкой государственной политики в отношении ЛПК.

В период экономических реформ в нашей стране произошли значительные изменения в деятельности предприятий и организаций лесопромышленного комплекса. Это связано, прежде всего, с реформой прав на пользование лесными ресурсами. Однако лесопромышленный комплекс не играет пока той роли в экономике России, которую он должен играть, учитывая размеры лесного фонда нашей страны. Об этом свидетельствует его доля в объеме производства промышленной продукции и в объеме экспорта России – 4,7%. На ЛПК приходится только 3% основных фондов промышленности, а на его развитие направляется всего около 6% инвестиций в основной капитал страны [4].

Традиционно, отношение к лесным ресурсам в стране всегда носило исключительно потребительский характер, что и определяло исключительно сырьевую направленность лесной и деревообрабатывающей промышленности. Инновационный путь развития российской экономики, определенный государством в качестве основного стратегического ориентира на период до 2020 года, требует разработки адекватного финансового механизма развития приоритетных отраслей экономики, в качестве которой определены, в частности, и отрасли глубокой лесопереработки [5].

По данным Института инноваций инфраструктуры и инвестиций и фонда «Общественное мнение», сегодня только 9 регионов РФ готовы к инновационному развитию. Благоприятная среда для развития инноваций создана в Томске, Санкт-Петербурге, Татарстане, Москве, Перми, Воронежской, Самарской, Свердловской и Московской областях. В 24 регионах РФ возможности для инновационного развития ограничены, в 40 – отсутствуют, – отмечают эксперты [6].

Так же как и другие отрасли народного хозяйства, лесной комплекс нуждается в конкретных изменениях. В данном случае необходима реализация множества инновационных проектов по развитию целлюлозно-бумажной, мебельной, строительной промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зиновьева, И.С. Современные пути устойчивого развития лесного сектора в России / И.С. Зиновьева // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2008: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Т. 10. Экономика. – Одесса: Черноморье, 2008. – С. 73 – 75.
2. <http://www.forest.ru>
3. <http://www.raexpert.ru>
4. <http://www.naukom.ru/articles/405/>
5. <http://freepapers.ru>
6. <http://www.econference.ru/blog/conf06/208.html>

УДК 694:674.815.003.1

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОМОВ ИЗ КЛЕЕНОГО БРУСА

Т.И. Карасова,

канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ

В статье рассмотрены основные аспекты состояния деревянного домостроения в России и Костромской области.

Сегодня российский рынок деревянного домостроения представляет собой динамично развивающуюся структуру. Стремительное развитие отечественных производителей деревянных домов, говорит о том, что перспектива в развитии деревянного домостроения в России есть. И хотя отдельной статистики по деревянным домам нет, общая (по мебельной и деревообрабатывающей промышленности) показывает, что эта отрасль прошла сложный этап возрождения.

На протяжении последних лет отмечается активное развитие рынка деревянного домостроения. Именно на него возлагаются большие надежды в плане решения проблемы доступного жилья. Предполагается, что объемы строительства деревянных домов к 2015 году увеличатся в 6-7 раз.

Костромская область располагает богатыми лесосырьевыми ресурсами и является самой лесобеспеченной территорией Центрального федерального округа. Леса занимают 74,3% ее территории. Общий запас лесов составляет 727,4 млн м³, в том числе запас хвойных пород – 47,5%, мягколиственных – 52,5%. В составе хвойных пород преобладает сосна.

Она является основным строительным материалом в промышленном производстве. Ее плотность составляет 525 кг/м³, а прочность на статический изгиб 88,3 МПа. Наличие смолы в сосне делает её более устойчивой к поражению гнилью при неблагоприятных условиях эксплуатации, что является одним из основных требований, предъявляемых к строительным конструкциям.

Древесина сосны является самым здоровым материалом для строительства дома. Одна из его особенностей – низкая теплопроводность, позволяющая достичь в помещении той температуры, которая при сооружении стен из кирпича потребовала бы сделать их в три раза толще. Деревянный дом отлично подходит для областей с любым климатом, так как в нем и летом не жарко, и зимой не холодно. Ведь дерево обладает способностью накапливать тепло в течение летнего времени и хранить его в течение зимы. Дерево – экологически чистый материал, имеет низкий естественный радиационный фон. Давно замечено и доказано статистикой, что жители деревянных строений значительно реже болеют острыми респираторно-вирусными заболеваниями, бронхитами, заболеваниями носоглотки и ангинами. Деревянные дома имеют небольшой объемный вес, позволяющий обходиться устройством легкого фундамента. Дерево хорошо поддается обработке, что обеспечивает широкий выбор соответствующих строительных материалов и возможность производства работ в зимнее время. Благодаря тому, что древесина имеет относительно небольшую плотность, высокие теплозащитные свойства, из-за чего отпадает необходимость заниматься дополнительным утеплением, легко поддается механической обработке и сборке, имеет эстетичный внешний вид, архитектурные возможности, т.е. не нужно вкладывать огромные деньги в отделку. Затраты на строительство деревянных домов на 20–30% меньше, чем домов из кирпича и бетона. Для строительства деревянного дома предпочтительно использовать древесину, заготовленную зимой, ведь с наступлением холодов прекращается движение соков внутри дерева, поры закрываются, и древесина становится более плотной и твердой. Толщина стен деревянных домов зависит от используемого материала, конструкции и расчетной зимней температуры, характерной для той местности, где строится деревянный дом.

Оптимальная влажность в таком помещении не дает возможности развиваться различным грибкам и бактериям. Дома из клееного бруса подходят для проживания людей, склонных к аллергии, легочным и сердечным заболеваниям. Никакая другая конструкция из дерева не может соперничать с клееным брусом в долговечности. Сравнительные характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика обычного деревянного бруса и клееного бруса

Сравнительные характеристики	Обычный деревянный брус	Клееный брус
Осадка	6–8%	0,4%
Коробление (нарушение геометрии)	Возможно	Исключено
Потеря эстетичности из-за развития грибковых заболеваний	Возможна	Исключена
Трещины	По ширине до 1 см, глубина до 15 см, длина до 1,5 м	Допускаются по длине, не влияют на прочность
Червоточина, гниль	Возможна	Исключена
Поверхность	Не бывает идеально ровной (за счет сучков, трещин)	Гладкая, не требует последующей отделки
Температурные колебания	Древесина деформируется	Полное отсутствие деформации

Клееный брус на рынке деревянного домостроения является самым востребованным строительным материалом по приемлемой цене, качеству, по скорости возведения дома.

Затраты на строительство дома зависят от выбора типа дома, состава проектной документации, качества инженерного оборудования и применяемых строительных материалов, объема подготовительных работ, стоимости услуг подрядчика и других причин. Примерная структура затрат на строительство дома «под ключ» и расходы на строительство «коробки» дома приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Структура затрат на строительство дома «под ключ»

Наименование	Затраты, %
Коробка дома	40
Отопление	9
Водоснабжение, канализация	7
Электрика	6
Отделочные работы	38
Всего	100

Таблица 3

Расходы на строительство «коробки» дома

Виды работ	Затраты, %
Фундаменты	15
Стены	30
Перекрытия и лестницы	12
Кровля	18
Фасады и проемы	25
Всего	100

Существующая устойчивая тенденция к повышению спроса на дома из клееного бруса подтвердилась проведенными маркетинговыми исследованиями среди потенциальных жителей города Костромы, желающих построить дом из клееного бруса.

Клееный брус обладает следующими преимуществами:

- стабильность формы (исключение деформаций) готового изделия в процессе изготовления и эксплуатации;
- минимальная усадка при применении в срубах домов;
- высокая огнестойкость (за счет отсутствия пустот и трещин, обработки досок на стадии производства антисептиками и антипиренами) в 4-5 раз выше, чем у металлоконструкций;
- малая масса конструкций позволяет использовать облегченные фундаменты;
- легкость механической обработки;
- отсутствие сквозного растрескивания;
- высокая теплоизоляция в сравнении с цельной древесиной;
- высокая прочность клеевого соединения клееного бруса и долговечность, срок службы минимум 200 лет;
- высокое качество лицевых поверхностей клееного бруса;
- минимум внутренних напряжений;
- сохранение точных геометрических размеров клееного бруса;

Определение реальной стоимости строительного дома в современных рыночных условиях – дело очень непростое. Этот вопрос волнует как заказчиков-застройщиков, так и тех специалистов подрядных организаций, которые определяют реальную себестоимость строительства.

Фирмы, занимающиеся строительством домов из клееного бруса в Костромской области, имеют свое собственное производство клееного бруса, что позволяет снизить затраты на транспортные расходы. Сроки возведения домов из клееного бруса сравнительно невелики и составляют две недели. Ориентировочная цена 1 м² дома из клееного бруса в Костромской области составляет 15÷16 тыс. руб. Средняя стоимость 1 м² домов из клееного бруса в России составляет 21 тыс. руб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГЕСН-10. Деревянные конструкции. – М.: Стройиздат, 2001 – 51 с.
2. «Дерево.ру» №1 январь-февраль. – М.: Ризл Пресс, 2005 – 120 с.
3. «Деревянные клееные конструкции: научно-практические аспекты (сборник статей и докладов) – М., 2003. – 128с.
4. Самойлов В.С. Дом от фундамента до крыши / В.С. Самойлов. – М.: Аделант, 2002. – 384 с.
5. Титунин А.А. Экспериментальные исследования прочности деревянных клееных балок / А.А. Титунин // Строительный эксперт, № 18. – М.: НТОбумдревпром, 2003. – С. 10.

УДК 330.322(-87):630(47+57)

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА РФ: ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ

А.Н. Ляпунова,

канд. техн. наук, доцент; ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

М.Ю. Мещерякова

студент ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г. Воронеж, РФ.

anyutik777-78@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы привлечения иностранных инвестиций в отрасли лесопромышленного комплекса РФ.

Лесная отрасль Российской Федерации имеет серьезный сырьевой потенциал, но составляет только 3,4 процента в общем объеме производства промышленной продукции страны. В последние годы эффективность ее работы под влиянием растущих тарифов монополий и агрессивной политики государства по укреплению курса рубля усугубили положение дел производителей бумаги, пиломатериалов и остальной продукции, сырьем для изготовления которой является древесина.

По словам президента Конфедерации ассоциаций и союзов лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и мебельной промышленности, «сегодня активы российского лесопромышленного комплекса во многом недооценены. Развитие этого сектора экономики позволит подойти к более справедливым и объективным оценкам инвесторов» [1].

Отрасль в настоящее время нуждается в серьезных инвестициях, поскольку производственные фонды многих компаний изношены более чем на 50 процентов. Стратегические инвесторы постепенно

приходят в отрасль. Рослесхоз всегда приветствовал начинания по строительству и модернизации предприятий по глубокой переработке древесины. Кроме того, для России важно привлечение средств иностранных инвесторов, готовых вести реальную модернизацию предприятий лесной промышленности, осуществляющих глубокую переработку древесины в России.

Форма сотрудничества, когда стратегический инвестор вкладывает средства в уже действующие предприятия на территории России, наиболее оптимальна. И западные инвесторы в этом смысле пока ведут себя более подвижно по сравнению с российскими.[1]

Как говорят эксперты, объединение российских и мировых лидеров подстегнула и глобализация рынка. Тенденции таковы, что в ближайшие годы большая часть мировой целлюлозно-бумажной продукции будет производиться десятком крупнейших мировых производителей.

Потребность в инвестициях ЛПК на период до 2015 г составит 795 млрд руб, в том числе на развитие целлюлозно-бумажной промышленности – 564 млрд руб.

Опыт привлечения иностранных инвестиций в деревообрабатывающую промышленность свидетельствует о наиболее частом вложении иностранным инвестором средств в предприятия либо полностью с иностранным капиталом, либо с собственным контрольным пакетом акций.

На первом этапе иностранные компании инвестируют в России средства в сравнительно небольшие проекты, требующие привлечения инвестиций, как правило, до 30 млн долл каждый. В настоящее время проходит период апробации условий функционирования в России иностранных инвесторов.

В большинстве лесоизбыточных регионов России разработаны программы развития лесопромышленного комплекса на период до 2010-2015 гг., в которых в первоочередном порядке предусмотрено создание мощностей по глубокой переработке древесины. Однако сегодняшняя ситуация не позволяет привлекать инвестиции в объемах, достаточных для реализации этих программ, являющихся составной частью основных направлений развития лесопромышленного комплекса [2].

Для реализации основных направлений развития отрасли необходимо за период до 2015 г обеспечить ввод новых мощностей по производству целлюлозы товарной – 4,9 млн т или 5 крупных ЦБК мощностью до 500 тыс. т стоимостью более 5 млрд долл., а также строительство 10 целлюлозно-бумажных заводов мощностью до 250 тыс. т с объемом инвестиций более 3 млрд долл., по производству бумаги – более 8 млн т в год. Для чего необходимо построить более 20 бумажных фабрик мощностью от 200 до 550 тыс. т каждая, что потребует около 7 млрд долл. [2]

На развитие лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности до 2015 г. потребность в инвестициях, согласно расчетам экспертов Департамента, составит до 7,5 млрд долл. при росте объемов производства по лесозаготовкам в 2,4 раза [2].

Увеличение ставок экспортных пошлин на круглые лесоматериалы хвойных пород (прежде всего специфической составляющей) обеспечит привлечение инвестиций для развития на территории России производств по глубокой переработке древесины странами-импортерами круглых лесоматериалов и дополнительный годовой доход в федеральный бюджет в размере 130–150 млн долл. [2]

Полноценному развитию лесопромышленного комплекса и эффективному привлечению инвестиций препятствует ряд проблем:

1. Неэффективность механизма доступа к лесным ресурсам

В настоящее время решение о предоставлении во временное пользование лесных ресурсов, как правило, принимается на уровне региональных властей, причем срок аренды в большинстве случаев ограничивается 3-5 годами. Это приемлемо для сравнительно мелких лесозаготовителей, однако вряд ли эффективно с точки зрения крупных компаний, заинтересованных в долгосрочном стабильном бизнесе и готовых вкладывать средства в лесовосстановление, требующее многих десятков лет. Другим аспектом этой проблемы является существующая практика выдачи лицензий на право пользования лесными ресурсами региональными властями, порождающая злоупотребления и снижающая конечную эффективность их использования. Решением этого вопроса может стать перенос лесных конкурсов на федеральный уровень.

2. Незаконные вырубки лесов

Расширение легальных возможностей для получения во временное пользование лесных ресурсов должно вестись параллельно с жестким пресечением таких откровенно криминальных явлений, как незаконная порубка лесов. В настоящее время браконьерство достигло масштабов, вполне сопоставимых с деятельностью крупных лесозаготовительных компаний. По оценкам, объем хищничества составляет не менее 20% от официально регистрируемой лесозаготовки. При осуществлении незаконно порубки леса зачастую полностью вырубаются целые участки леса, никаких действий по его восстановлению при этом не производится.

3. Отсутствие специализированной машиностроительной базы

В России нет высокотехнологического лесозаготовительного оборудования. В связи с этим практически все крупные предприятия лесного комплекса в той или иной мере вынуждены приобретать импортное оборудование, не имея никаких альтернатив.

4. Неэффективная защита прав собственников

Корпоративная структура отрасли в настоящее время переживает период трансформации, связанный с появлением крупных компаний, аккумулировавших значительные финансовые ресурсы в другом бизнесе и заинтересованных в приобретении активов в лесопереработке. Так, контроля над крупнейшими предприятиями отрасли весьма активно добиваются группы компаний, занятых в металлургическом комплексе. Кроме того, вопросами приобретения целлюлозно-бумажных и лесоперерабатывающих комбинатов интересуется и ряд зарубежных компаний.

Несмотря на все минусы положения лесопромышленного комплекса в настоящее время есть и положительные моменты, которые заключаются в перспективах его развития:

- РФ обладает наибольшими запасами древесины на корню. Причем большая часть из них – хвойные породы, максимально востребованные на рынке и позволяющие производить продукцию самого высокого качества. А при грамотном лесовосстановлении этот ресурс становится практически неисчерпаемым;
- внутри страны наблюдается стабильный рост спроса на продукцию из древесины – деревянные дома, деревянные изделия различного назначения и т. п.;
- лесопользование в России становится все более экологически и социально ответственным, особенно у крупных лесопользователей. Это позволяет предположить, что во многих лесных регионах отрасль является фактором стабильности социально-политической ситуации.

Несмотря на сложную экономическую ситуацию, лесная отрасль переживает подъем. Она является базой для внедрения новых технологий производства наукоемкой продукции, создания новых видов продукции, а также реализации экологических программ, что требует инвестиций, как государственных, так и иностранных [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лес – территория инвестиций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.woodbusiness.ru/newsdetail.php?uid=1486>. – Загл. с экрана.
2. Потребность ЛПК России в инвестициях на период до 2015 г [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://les.lesprom.com/news/9925/>. – Загл. с экрана.
3. Проблемы и пути решения инвестиционной привлекательности лесопромышленного комплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uresearch.psu.ru/files/articles/328_6021.doc. – Загл. с экрана.

УДК 338.45:630

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

А.Ю. Небесная,

аспирантка ФГБОУ ВПО ВГЛТА, г.Воронеж, РФ
An-nebesnaya@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы формирования и развития экономических кластеров в России и мире. Ставится вопрос о необходимости формирования кластерных образований в лесопромышленном комплексе, как возможности выпуска предприятиями данной отрасли конкурентоспособной на мировом рынке продукции.

Формирование кластеров является одной из наиболее обсуждаемых тем в современном развитии экономики региона. За рубежом, кластерные технологии уже давно стали одними из главных в построении региональных промышленных структур. Кластерная теория господствует в региональном экономическом развитии таких развитых стран, как США, Германии, Англии. Важнейшей отличительной чертой кластера является фактор инновационной ориентированности. Многие страны все активнее используют кластерный подход в поддержке наиболее перспективных направлений и форм предпринимательской деятельности, в формировании и регулировании своих инновационных систем.

Причиной образования промышленных кластеров стала идея территориального объединения производств, инновационной и научно-исследовательской деятельности. Кластерные образования как раз создают условия для вовлечения инвестиций, интегрируя в своих рамках инициативу, инновации, информацию, интерес.

На сегодняшний день практически любое производство может быть локализовано на старых площадках или сегментировано на нескольких предприятиях. Формирование абсолютно нового промышленного кластера в современных рыночных условиях чрезвычайно затратно и неэффективно.

Особенностью кластера является то, что он не оформляется в качестве единого юридического лица и не является единым хозяйствующим субъектом. Ещё одним немаловажным фактором возникновения и существования кластера является географическая локализация.

Каждый кластер в своём развитии проходит пять основных этапов: агломерация, возникающий кластер, развивающийся кластер, зрелый кластер, трансформация.

Для зарубежных кластеров характерно возникновение и развитие кластеров по цепочке, а также обеспечение отдельными кластерами конкурентоспособности целой страны.

Так возьмем, к примеру, лесной кластер, созданный на территории Финляндии. Он является одним из важнейших в финской экономике, обеспечивая основной объем ее экспорта и формируя основную часть ВВП. Целлюлозно-бумажный и деревообрабатывающий комплекс лесного кластера имеют один из самых высоких уровней производительности труда в промышленности. Так, Финляндия, чья экономическая политика базируется на кластеризации, на протяжении 2000-х годов занимает ведущие места в мировых рейтингах конкурентоспособности. За счет кластеров, отличающихся высокой производительностью, эта страна, располагая всего 0,5% мировых лесных ресурсов, обеспечивает 10% мирового экспорта продукции деревопереработки и 25% - бумаги.

В России правомерно утверждать лишь о формировании отдельных, а не о существовании уже «готовых» кластеров. Из-за особенностей экономического развития страны, кластерная политика России не может проводиться идентично кластерной политике других стран, поэтому для наиболее эффективного создания и развития российских кластеров необходима выработка определённой программы. Кластерный подход широко представлен и в «Концепции долгосрочного социально – экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года». В качестве одной из приоритетных целей Концепция 2020 ставит переход к инновационной экономике.

Кластерная политика нашей страны должна быть глубоко продуманной с учётом особенностей экономического развития страны, так как оно является крайне самобытным.

Формирование и развитие кластеров в России является важным для повышения экономического авторитета страны и улучшения инвестиционного климата в экономике регионов.

Мировая практика свидетельствует, что в последние два десятилетия процесс формирования кластеров происходил довольно активно. В целом, по оценке экспертов, к настоящему времени кластеризацией охвачено около 50% экономик ведущих стран мира.

Таблица

Кластерные образования в экономиках ведущих стран мира

Страна	Количество кластеров	Страна	Количество кластеров
Англия	168	США	380
Германия	32	Франция	96
Дания	34	Финляндия	9

Наиболее развитые кластеры имеют пять характерных особенностей:

- Наличие в регионе конкурентных преимуществ для развития кластера. Выгодное географическое положение, доступ к сырью, квалифицированные кадры, наличие специализированных учебных заведений, инфраструктуры. В совокупности или по отдельности эти факторы могут быть решающими в формировании кластеров.

- Наличие конкурентоспособных предприятий. Важным условием создания кластеров является наличие жизнеспособных предприятий, на которых наблюдается относительно высокий уровень производительности труда, высокий уровень экспорта продукции и услуг, высокие экономические показатели деятельности компаний.

- Географическая концентрация. Ключевые участники кластеров находятся в географической близости друг к другу и имеют возможности для активного взаимодействия. Географический масштаб может варьироваться от типа и особенностей кластера и охватывать один или несколько регионов государства. Близко расположенных фирм привлекает возможность экономить на быстром производственном взаимодействии, обмене социальным капиталом и процессах обучения.

- Широкий набор участников и достижение необходимой «критической массы» в размере кластера. Кластер может состоять из компаний, производящих конечную продукцию и услуги, системы поставщиков комплектующих, оборудования, специализированных услуг, а так же профессиональных образовательных учреждений, НИИ и других поддерживающих организаций.

- Наличие связей и взаимодействия между участниками кластеров. Между всеми участниками кластера должно быть наличие рабочих связей и координации усилий. Компании малого и среднего бизнеса могут вести совместную политику по продвижению товаров и услуг на существующие и новые рынки.

Как правило, предприятия определенной отрасли совместно с университетами в том или ином регионе образуют кластер – юридическое лицо, которое координирует совместные разработки, производство и сбыт и является получателем дотаций. Кластер должен обслуживать не менее чем 15 самостоятельных организаций, из их числа 75% должны заниматься производством, торговлей или оказанием услуг. Большинство участников кластера (не менее 60%) должны являться малыми и средними предприятиями.

Внедрение кластерных технологий объединения предприятий способствует росту деловой активности бизнеса, улучшению инвестиционного климата в регионах страны, развитию социальных, экономических, информационных и интеграционных систем. Кластерная модель объединения предприятий способствует изменению психологии предпринимателей, понимания ими возможности честного, открытого и взаимовыгодного сотрудничества всех участников кластерного объединения ради общей экономической выгоды.

Таким образом можно заметить целесообразность создания кластеров в различных секторах экономики региона, в том числе лесном и лесопромышленном комплексах. Страна, занимающая первое место в мире по запасам древесины, не может производить и экспортировать готовой продукции из нее меньше, чем страны, не имеющие таких запасов. Выращивание, лесовосстановление, эффективная переработка, производство конкурентоспособной готовой продукции – вот задачи, которые надо решать в сложившихся современных условиях, в целях повышения конкурентоспособности на глобальном рынке лесных ресурсов и продуктов их переработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства РФ N 1662-р от 17 ноября 2008 г.
2. Портер М. Конкуренция: пер. с англ. / М. Портер. – М.: Вильямс, 2005.
3. Портер М. Конкурентоспособность на распутье: направления развития российской экономики / М. Портер, К. Кетелс. – 2007.
4. Сутырин С.Ф. Кластеры конкурентоспособности Финляндии / С.Ф. Сутырин, П.Н. Филиппов // Вестник Санкт-Петербургского университета Сер. 5. – 2004. – Вып. 1 (№ 5).
5. Эдилерская А.А. Кластерно-сетевые принципы организации современного предпринимательства / А.А. Эдилерская // Актуальные проблемы развития общества, экономики и права: сб. науч. трудов аспирантов. – 2008.

УДК 338.242:674.21(477)

О ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ РЫНКА СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ УКРАИНЫ

Е.А. Пинчевская,

докт. техн. наук, профессор, НУБиП Украины, г.Киев, Украина,
OPinchewska@gmail.com,

С.Г. Зражва,

канд.с.-х. наук, доцент, НУБиП Украины, г.Киев, Украина,

А.Ю. Горбачева,

Ассистент НУБиП Украины, г.Киев, Украина,

В статье рассматриваются состояние рынка столярно-строительных изделий Украины, один из вариантов его развития.

В последнее время наблюдается рост темпов жилищного строительства, что приводит к увеличению спроса на столярно-строительные изделия из древесины, а именно клееного строительного бруса, оконных и дверных блоков, погонажных изделий, покрытий для пола (табл. 1). Производство этих изделий из массивной древесины предполагает соблюдение традиционной технологии изготовления, первой операцией которой является распиловка круглого леса.

Таблица 1

Динамика производства отдельных видов продукции из древесины [1]

Наименование продукции	Годы			2011 в % к 2009
	2009	2010	2011	
Древесина, распиленная или расколотая толщиной более 6 мм, тыс. м ³	1282,9	1238	1297,2	101,1
Профилированные погонажные изделия из древесины хвойных пород древесины (включая поручни для лестниц), тыс. м ³	9627,4	12198	8436	78,6
Профилированные погонажные изделия из древесины лиственных пород древесины (включая поручни для лестниц), тыс. м ³	5779,5	5176,9	4796,9	83
Деревянные окна, двери, их рамы и пороги, тыс.м ²	2138,7	2399,6	2820,7	131,9
Деревянные окна, двери балконные, их рамы и пороги, тыс.м ²	713,3	804,6	1102,8	154,6
Деревянные двери глухие, застекленные, их рамы и пороги, тыс.м ²	1425,3	1594,9	1717,9	120,5
Вагонка, доска для пола, блок-хаус, м ³	28466	28466	32088	112,7

Большинство исследований по этому вопросу посвящены разработке оптимальных схем раскроя, без учета дальнейшего использования материала, что в конечном итоге привело к созданию рынка

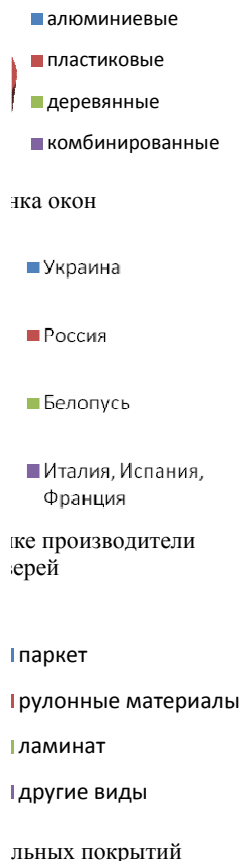
обезличенных пиломатериалов. Дальнейшая переработка такой пилопродукции на конкретное изделие приводит к удорожанию последнего и перерасходу сырья в целом, что недопустимо для таких малолесных стран как Украина.

Основными производителями круглых и пиленых лесоматериалов являются предприятия Агентства лесных ресурсов Украины. На их долю приходится 90,1% общего объема заготовленных и около 67% пиленых лесоматериалов. За последние три года ежегодно гослесхозы производят 62 тыс. м³ заготовок из твердых лиственных пород и 10 тыс. м³ заготовок из древесины хвойных пород. Объемы производства обрезных – 220 тыс. м³ и необрезных – 136 тыс. м³ обезличенных пиломатериалов почти в пять раз превышают общее количество пиленых заготовок. При этом следует учитывать, что более 50% производимых в государственном и частном секторе пиломатериалов отправляется на экспорт.

Значительная часть лесопильных предприятий – это частные фирмы с объемом производства до 5 тыс м³ в год. По данным официальной статистики ежегодно они производят до 2,5 млн м³ пиломатериалов. Однако далеко не все лесопилки охвачены статистикой, значительная их часть работает с незаконно заготовленной древесиной, потому и изготавливает пиломатериалы общего назначения. При таком положении вещей создать полноценные запасы спецификационной пилопродукции нормализованной влажности затруднительно. Отсутствие рынка пиломатериалов функционального назначения приводит к тому, что на деревообрабатывающих предприятиях создается замкнутый цикл производства – от распиловки сырья до производства изделий, и это снижает эффективность использования круглого леса.

В странах с развитым лесопилением наблюдается тенденция сокращения общего количества предприятий при увеличении объемов производства продукции. И это закономерно, поскольку на крупных предприятиях себестоимость продукции ниже, чем на малых. Они работают более эффективно на рынке за счет широкого ассортимента продукции и незначительных сроков ее поставки. Еще одной мировой тенденцией является создание изделий с максимальной добавочной стоимостью. Поэтому почти все лесопильные компании имеют сушильные и строгальные цеха, участки по раскрою пиломатериалов, склеиванию по длине и ширине, что позволяет использовать низкосортную древесину.

Для определения целесообразности создания запасов спецификационных пиломатериалов были проведены маркетинговые исследования рынка столярно-строительных изделий. При этом использованы статистические данные, а также метод опроса.



Сегодня рынок окон представлен 4-мя видами: алюминиевыми, пластиковыми, деревянными и комбинированными (рис. 1). При этом доля деревянных окон с каждым годом возрастает. Поскольку потребитель заинтересован в качественных изделиях, продукция, изготавливаемая по старым стандартам, постепенно вытесняется. По дизайну, звуко- и теплоизоляции современные деревянные окна могут конкурировать с окнами из ПВХ. Хотя по цене они в 2-4 раза дороже металлопластиковых окон (стоимость их составляет примерно 200 у.е. за 1 м²), количество потребителей экологически безопасной продукции постепенно возрастает. Тем более, что сегодня деревянные окна выпускаются всех модификаций, разных форм, размеров и типов остекления.

Дверные блоки как отечественного, так и импортного производства (рис. 2) в строительных супермаркетах представлены следующими разновидностями: шпонированные (78%), ламинированные (15%), из массивной древесины. Учитывая внутреннее наполнение как шпонированных, так и ламинированных дверей цельной древесиной, можно утверждать, что использование пилопродукции в производстве дверей довольно значительное. Существуют также «теневые» фирмы, которые практикуют индивидуальный подход к потенциальному

покупателю и предлагают изготовление дверей на заказ. Их продукция, к сожалению, не поддается учету, но способствует увеличению потребления обезличенных пиломатериалов.

Несмотря на большое количество современных покрытий для пола, паркет и сегодня является востребованным (рис.3).Опрос покупателей, которые сами занимаются ремонтом жилья, а это 60%

клиентов строительных супермаркетов, показал, что преимущественно используют дубовый паркет. Если же выбором паркета занимается дизайнер, то приобретают паркет из ясеня, мербау или бамбука.

Проведенный анализ рынка столярно-строительных изделий показал, что в основном наблюдается тенденция увеличения производства. Уже сейчас можно сказать, что для указанного ассортимента изделий будут востребованы обрезные пиломатериалы нормализованной влажности толщиной от 20 до 45 мм и шириной от 40 до 140 мм.

В дальнейшем будут проведены экономические расчеты затрат на создание полноценного рынка пиломатериалов и деталей. При этом можно будет ориентировать малые и средние лесопильные предприятия на выпуск отдельных видов пилопродукции для последующего использования при изготовлении мебели, паркета, столярных, конструкционных изделий и др. Аналогом такого рынка являются многочисленные склады заготовок твердых лиственных пород стран Бенилюкса, которые обеспечивают сырьем производителей мебели.



Содержание

Роль регионального координационного совета в подготовке научно-педагогических кадров кафедры механической технологии древесины А.А. Титунин	3
К 50-летию кафедры механической технологии древесины Костромского государственного технологического университета С.А. Угрюмов	5
Секция 1	
СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Сучковатость древесных стволов в насаждениях различного породного состава Ю.М. Авдеев, С.А. Корчагов, Ю.Р. Осипов, Р.С. Хамитов	7
Структура древесины мореного дуба П.А. Аксенов, К.С. Погуляй	9
Особенности расположения сучков в стволах сосны Н.В. Буйских	11
Инфракрасная дефектоскопия эксплуатируемых деревянных конструкций со скрытыми биологическими повреждениями А.Ю. Варфоломеев	13
Зачем назвали кромку резца главной? (памяти Сергея Александровича Воскресенского посвящается) С.В. Иванов, Е.С. Шарпов	15
Прогнозирование резонансных свойств древесины на круглых лесоматериалах А.А. Колесникова, Л.Г. Александрова	18
Прочность древесины сосны после воздействия пожара (2010 года в УОЛ ВГЛТА, Воронеж) Т.К. Курьянова, А.Д. Платонов, А.В. Макаров	20
Особенности высыхания древесины сосны при экспонировании радиальной, тангенциальной и торцовой поверхности Л.Л. Леонтьев	22
Исследования состояния хвойных насаждений после лесного пожара 2010 года А.В. Макаров	24
Определение толщины заболони лиственницы даурской по высоте ствола А.Ю. Охлопкова	26
Пожароопасные свойства древесины в присутствии фосфор-, кремнийорганических антипиренов Е.Н. Покровская, А.А. Кобелев	27
Влияние старения на структуру и свойства полимерного композита древесины Е.Н. Покровская	29
Плотность древесины интродуцированных видов сосны в условиях западного региона Украины В.П. Рябчук, Т.В. Юскевич	31
Объемная твердость как фактор регулирования процесса тепловой обработки некоторых пород древесины А.П. Комиссаров, В.В. Савина, Е.Р. Самаркин	33
Морфометрические характеристики ксилемы ствола березы повислой в техногенно-нарушенных ландшафтах Красноярской лесостепи В.В. Стасова, Л.Н. Скрипальщикова, А.И. Татаринцев, М.А. Пляшечник, А.А. Некрасова	36

Количественная оценка эффекта памяти древесины Б.Н. Уголев, Г.А. Горбачева, С.Ю. Белковский	38
Исследование влияния уровня нагрузки и влажности на величину замороженной усушки древесины Б.Н. Уголев, В.П. Галкин, А.А. Калинина	42
Взаимосвязь свойств древесины с категорией санитарного состояния пихты Т.Ф. Хайбрахманова, А.А. Колесникова	42
Определение жесткости молодых деревьев ели Е.М. Цветкова, Е.Ю. Салдаева	45
Анатомические особенности луба ствола сосны обыкновенной после лесного пожара Е.И. Чернокозинская, В.В. Стасова, О.Н. Зубарева	47
Использование методов томографического анализа для оценки внутренней структуры круглых лесоматериалов А.Н. Чубинский, А.А. Тамби, М.А. Бахшиева	49
Экспериментальные исследования прочности клеевого соединения и водопоглощения термически модифицированной древесины дуба (<i>Quercus robur</i>) Е.С. Шарапов, Н.В. Попова, А.С. Королев	51
Методика тарировки устройства для определения плотности древесины сверлением Е.С. Шарапов, А.С. Торопов, В.Ю. Чернов	53
Отбор резонансной древесины в условиях оврага А.А. Колесникова, Е.Г. Ялпаева	56

Секция 2

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Определение оптимальных размеров обрезной доски, получаемой из сегмента, с учетом ширины пропила А.И. Агапов	59
Инновационный подход к отверждению лакокарсочных покрытий на древесине М.В. Газеев, И.В. Жданова, Е.В. Тихонова	62
СВЧ-вакуумная сушильная камера А.В. Галимов	63
Обнаружение металлических включений в древесных материалах в зоне пропила В.М. Головач, З.С. Сирко	64
Оценка долговечности защитно-декоративного покрытия на элементах игрового оборудования Т.И. Карасова, С.В. Волженкова	67
О влиянии смачивания связующих на качество склеивания слоистой карандашной дощечки А.Г. Гороховский, Е.В. Шадрина	69
Система оценки качества хвойного пиловочника и пилопродукции из него В.В. Кислый	72
Определение выхода пилопродукции при раскросе круглых лесоматериалов с кольцевыми поражениями, вызванными воздействиями низких температур В.Ф. Краснова, М.А. Ведерникова	74
Рельефная фанера – увеличение прибыли без затрат А.А. Лукаш, Е.А. Свиридова, Е.В. Уливанова	76
Рельефные разноцветные щиты для мебельного производства А.А. Лукаш, Е.А. Свиридова, Е.В. Уливанова	78
Прессование пластифицированной древесины с одновременной сушкой И.Н. Медведев, О.И. Шакирова, В.А. Шамаев	80

Глубокая пропитка древесины И.И. Медведев	82
Технология использования искусственных камней Л.В. Пономаренко, Е.В. Кантиева, С.И. Апасова	84
Автоматизация расчетов при проектировании лесосушильных камер В.А. Романов, В.В. Секерин	86
Показатели качества шиповых соединений О.А. Рублева	88
Конструктивные факторы датчиков блескомеров, влияющих на оценку блеска покрытий Б.М. Рыбин, И.А. Завражнова, Д.В. Кириллов	90
Прогнозирование цвета термомодифицированной древесины Ю.П. Семенов, М. Г. Ермоченков, Т.Е. Кувик	95
Применение атомно-силовой микроскопии при исследовании поверхности древесных материалов, покрытых лаком Е.С. Синегубова, В.В. Савина, Е.Р. Самаркин, И.Г. Григоров	98
Сушильная камера с горизонтально-поперечной циркуляцией сушильного агента Н.С. Христофорова, А.Н. Чемоданов	100
Технологические аспекты процессов сушки древесины ценных мягких лиственных пород без искусственного увлажнения в конвективных камерах А.Н. Чернышев, Т.В. Ефимова	102

Секция 3

РАЗРАБОТКА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследование показателей древесно-стружечных плит, облицованных фольгой Т.Н. Вахнина, М.О. Попова	105
Древесно-полимерные композиты с добавкой измельченных полимерных отходов Т.Н. Вахнина, В.Ю. Лебедева	107
Исследование механизма пропитки древесины жидкостью Н.В. Губанова	109
Перспективы производства и применения плитных композиционных материалов на основе совмещенных наполнителей Д.А. Кожевников, С.А. Угрюмов	111
Исследование физико-механических показателей гипсостружечных плит в зависимости от фракционного состава стружки О.В. Лавлинская, Е.В. Ющенко	113
Анализ характеристик древесного компонента композиционных материалов Ю.П. Лакида	115
Получение и свойства совмещенного клея А.А. Мещерякова	117
Исследование влияния постоянного магнитного поля на физико-механические свойства карбамидоформальдегидных смол В.С. Мурзин, В.М. Попов, Е.В. Кантиева, Л.В. Пономаренко	120
Влияние постоянного магнитного поля на внутренние напряжения клеевых соединений древесины В.М. Попов, А.В. Иванов, А.Н. Швырев	122
Меламинокарбамидоформальдегидные смолы марки терамин для производства водостойких древесностружечных плит Н.М. Романов	124

Технологические особенности производства композиционной фанеры А.С. Свешников, С.А. Угрюмов	126
Опытно-промышленное производство древесных пластиков без добавления связующих в г. Соликамске С.С. Тютиков, В.В. Савина, Е.Р. Самаркин	127
Армирование березовой фанеры волокнами конопли Г.А. Упитис, Я.А. Долацис	128
Исследование свойств древесно-стружечных плит с использованием совмещенных смол А.А. Федотов	130
Повышение гидрофобных свойств древесины стиролсодержащими олигомерами из отходов нефтехимии Н.С. Никулина, О.Н. Филимонова, Л.Н. Стадник, С.С. Никулин	133
Экологические безопасные ламинированные древесностружечные плиты В.Е. Цветков, М.Ю. Зуева, В.В. Балюков	135
Модификация карбамидоформальдегидного связующего добавкой серы с целью улучшения эксплуатационных характеристик древесных композитов А.Н. Яблоков	137
Investigations for improving thermal stability and delamination resistance for adhesives used for glue laminated timber P. Niemz, Ph. Hass; O. Kläusler; S. Claus	139

Секция 4

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО И ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

Технические средства комплексной предпосевной обработки лесных семян Г.Н. Вахнина	141
Пути совершенствования методики трассирования трелевочных волоков с учетом поворотов трактора И.В. Григорьев, А.М. Хахина, М.Е. Рудов	142
Новый корпус дискового плуга С. В. Зимарин, Н.А. Сердюкова	145
Показатели эффективности при работе корчевальных машин М.В. Коломинова	147
Определение взаимодействий параметров системы управления электромагнитной направляющей с величиной отклонения полотна круглой пилы Е.Ю. Кузнецов	149
Влияние колеобразования на эксплуатационную эффективность трелевочного трактора В.Ю. Лисов	152
Повышение эффективности производства технологической щепы Б.М. Локштанов, А.Е. Гулько	154
Современное состояние подготовительных работ лесозаготовок В.М. Лукашевич	156
Методика оценки сроков лесозаготовительных работ в зимний период В.М. Лукашевич	159
Колеобразование в почвогрунтах под воздействием колесно-гусеничных лесозаготовительных машин А.И. Никифорова, И.А. Барашков, Д.С. Киселев	160
Автоматизированная система управления котлом для утилизации древесных отходов Е.В. Саликова, В.П. Чулков	163

Беспилотные воздушные комплексы как средство сбора информации для географических информационных систем Ф.В. Свойкин	166
Имитационные испытания валочно-трелевочно-процессорной машины В.И. Скрыпник, А.В. Кузнецов, О.Э. Степанищев.....	168
Оптимизация процесса раскряжевки хлыстов на лесоперевалочных базах для выпилки сырья для мачтопропиточных заводов И.И. Тихонов, О.А. Куницкая, С.С. Бурмистрова	171
Буферный магазин с отсекателем с постоянной длиной захвата П.Е. Царев, А.Н. Чемоданов.....	173
К вопросу определения производительности валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины М.В. Цыгарова	175
Использование комбинированного сошника в конструкциях лесопосадочных машин М.В. Шавков	178
Определение хода штоков при совместной работе гидроцилиндров манипулятора для получения заданной траектории перемещения навесного оборудования М.В. Щуров, М.А. Пискунов	180

Секция 5

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ, ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Влияние сезонности лесозаготовок на сохранение подроста и на лесные экосистемы А.В. Андрейчук	182
Отвод и таксация лесосек с применением систем глобального позиционирования А.В. Андрейчук	183
Способы раскряга древесины, загрязненной радионуклидами В.М. Меркелов, А.А. Макеева.....	185
О возможном влиянии фанерного производства на состояние зеленых насаждений в городе Костроме Н.В. Рыжова, В.В. Шутов	187
Воздействие пожара на структуру камбия сосны С.Н. Снегирева	189
Оценка негативного воздействия на атмосферный воздух мебельного предприятия В.Б. Соколов, Н.Е. Марушкина, Е.И. Гусева	191
Естественное зарастание лесосек при традиционной технологии лесосечных работ В.В. Шутов.....	193

Секция 6

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Эффективное развитие мебельного предприятия на основе деловой активности Т.Л. Безрукова, А.Н. Борисов, И.И. Шанин.....	196
Анализ конкурентоспособности дверных блоков из массива древесины в Костромском регионе С.Б. Зварыгина, А.А. Федотов	198
Обоснование выбора характеристик функций кухонной мебели по методу функционально-стоимостного анализа Л.Н. Галочкина, С.Б. Зварыгина, Н.В. Судаева	201

Наиболее острые проблемы лесопромышленного комплекса России и возможные пути их решения И.С. Зиновьева	203
Экономическая целесообразность строительства домов из клееного бруса Т.И. Карасова	205
Привлечение иностранных инвестиций для развития лесного комплекса РФ: положительные и отрицательные моменты А.Н. Ляпунова, М.Ю. Мещерякова	207
Формирование и развитие экономических кластеров в лесопромышленном комплексе А.Ю. Небесная	209
О возможности развития рынка столярно-строительных изделий Украины Е.А. Пинчевская, С.Г. Зражва, А.Ю. Горбачева	211



Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**Материалы Международной научно-технической конференции,
посвященной 50-летию кафедры механической технологии древесины
ФГБОУ ВПО КГТУ**

9–12 октября 2012 г.

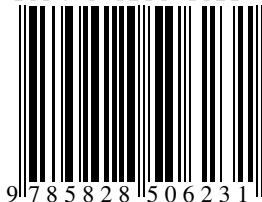
Издаются в авторской редакции

Подписано в печать 9.08.12. Формат бумаги 60×84 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 27,375. Заказ 404. Тираж 75.

Редакционно-издательский отдел
Костромского государственного технологического университета

156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17

ISBN 5-8285-0623-4



9 785828 506231