

Перево—

ISSN 0011-9008

обрабатывающая промышленность

6/2007



ИТАЛИЯ

на выставке

WOODEX ЛЕСТЕХПРОДУКЦИЯ 2007

ТЕХНОЛОГИИ ДЕРЕВООБРАБОТКИ
Made in Italy

A. COSTA RIGHI
www.a.costarighi.com
ANDREONI LUIGI
www.andreoni.it
ARTIGLIO
www.artiglio.it
BACCI PAOLINO
www.bacci.com
BALESTRINI
www.balestrini.com
BASCHILD
www.baschild.it
BIESSE
www.biesse.com
BREVETTI MOTTA
www.brevettimotta.com
BUP UTENSILI
www.buputensili.it
CAMAM
www.camamsrl.it
CEFLA FINISHING
www.ceflafinishing.com
CORAL
www.coral.biz

COSTA LEVIGATRICI
www.costalev.com
DELTA
www.deltaitaly.com
DELTA ENGINEERING
www.delta-it.ru
FAM
www.fam-srl.com
FASCO
www.fasco-spa.com
FREUD POZZO
www.freud.it, www.freudrus.ru
GARNIGA ENTERPRISE
www.garniga.com
GIARDINA
www.giardinagroup.com
GRIGGIO
www.griggio.com
HIRZT Boring Machines
www.hirzt.com
IMAL
www.imal.it
INCOMAC
www.incomac.com

INFOTRONIC
www.infotronic.com
meccanica
ISAP
www.isap.it
KOIMPEX
www.koimpex.it
LAZZARI
www.lazzari.it
LOCATELLI MACCHINE
www.locmac.it
MAGGI ENGINEERING
www.maggi-engineering.com
ORMAMACCHINE
www.ormamacchine.it
OSAMA Technologies
www.osama-tech.it
PADE
www.pade.it
PAL
www.pal.it
PRIMULTINI
www.primultini.it

QUICKWOOD
www.quickwood.it
SCM Group
www.scmgroup.com
SECEA
www.secea.com
HIRZT Edgebanders
www.hirzt.com
SISTEMI
www.sistemiklein.com
SPANEVELLO
www.spanevello.com
STETON
www.steton.it
STORTI
www.storti.it
TERMOLEGNO
www.termolegno.com
UNITEAM
www.uniteam.cc
VIET
www.viet.it
VITAP
www.vitap.it

Приглашаем посетить итальянскую коллективную экспозицию
04-07 декабря 2007

Выставочный комплекс Крокус Экспо, Москва, Павильон 1, зал 1



ИЧЕ

Институт Внешней Торговли Италии
www.italtrade.com/rossija



ACIMALL

АЧИМАЛЛ

Ассоциация итальянских производителей оборудования и принадлежностей для деревообработки
www.acimall.com

Дерево- обрабатывающая промышленность

6/2007

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:

Редакция журнала,
Рослеспром,
НТО бумдревпрома,
НПО "Промысел"

Основан в апреле 1952 г.

Выходит 6 раз в год

Редакционная коллегия:

В.Д.Соломонов
(главный редактор),
Л.А.Алексеев,
А.А.Барташевич,
В.И.Бирюков,
А.М.Волобаев,
А.В.Ермошина
(зам. главного редактора),
А.Н.Кириллов,
Ф.Г.Линер,
С.В.Милованов,
В.И.Онегин,
Ю.П.Онищенко,
С.Н.Рыкунин,
Г.И.Санаев,
Ю.П.Сидоров,
Б.Н.Уголев

© "Деревообрабатывающая промышленность", 2007
Свидетельство о регистрации СМИ в Роскомпечати № 014990

Сдано в набор 27.10.2007.
Подписано в печать 09.11.2007.
Формат бумаги 60x88/8
Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 6,7
Тираж 600 экз. Заказ 2959
Цена свободная
ОАО "Типография "Новости"
105005, Москва, ул. Фр.Энгельса, 46

Адрес редакции:
117303, Москва, ул. Малая
Юшуньская, д. 1, корп. 1,
Телефон: 8-903-126-08-39

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ветшева В.Ф., Аксеновская Н.А., Айзенберг А.И.</i> Современные экономические и социальные проблемы развития лесопромышленного комплекса Сибири и пути их решения	2
ПОДГОТОВКА КАДРОВ	
<i>Санаев В.Г., Рыкунин С.Н.</i> Ожидаемые требования к результатам профессиональной подготовки бакалавров и магистров по специальности "Технология деревообработки"	5
<i>Рыкунин С.Н.</i> Концепция основной образовательной программы подготовки бакалавров по технологии деревообработки	7
ЭКОНОМИЯ СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ, ЭНЕРГOREСУРСОВ	
<i>Уласовец В.Г.</i> Влияние пороков древесины соснового пиловочника на толщину выпиливаемых досок	9
НАУКА И ТЕХНИКА	
<i>Гришкевич А.А., Клубков А.П., Аникеенко А.Ф., Драгун А.К.</i> Совершенствование многогранных твердосплавных пластин одноразового использования для фрезерования древесины и древесных плитных материалов	12
<i>Ефимова Т.В.</i> Твердосплавная концевая фреза для профильной обработки поверхности МДФ	14
<i>Гороховский А.Г., Шишикина Е.Е.</i> Уточнение методики расчёта скорости естественной циркуляции агента сушки	16
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, УПРАВЛЕНИЕ, НОТ	
<i>Алексеев А.Е., Бедердинова О.И.</i> Экономико-математическая модель для определения эффективности проектирования лесопильных участков	18
В ИНСТИТУТАХ И КБ	
<i>Газеев М.В., Жданова И.В., Старцев А.В.</i> Аэроионизационный способ отверждения лакокрасочных покрытий, образованных водными лаками	19
<i>Чернышёв А.Н.</i> Нахождение безопасных значений степени насыщенности сушильного агента при сушке пиломатериалов в аэродинамических камерах	22
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ	
<i>Подозеров Д.А., Подозерова Ю.А., Шуляев А.Г., Соколов В.Ю., Хуришудова С.В.</i> Промышленное опробование результатов исследования возможности использования реагента ОКР-4Ф при производстве фанеры.	24
ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	
<i>Кистерная М.В., Козлов В.А.</i> Дефекты древесины архитектурных памятников	26
<i>Юбиль А.Г. Еленкина</i>	25
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
<i>Указатель статей, опубликованных в журнале "Деревообрабатывающая промышленность" в 2007 г.</i>	30
<i>Перечень авторов, опубликовавших статьи в журнале "Деревообрабатывающая промышленность" в 2007 г.</i>	32

На первой странице обложки: набор мягкой мебели "Монтевидео"
(ТМ "Диском-3", авторы Е.Г.Гургейд, Ю.Н.Ененко)

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СИБИРИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

В.Ф. Ветшева, д-р техн. наук, **Н.А. Аксеновская**, канд. техн. наук – Сибирский государственный технологический университет, **А.И. Айзенберг**, канд. техн. наук – Сибирский научно-исследовательский институт лесной промышленности

В Сибири сосредоточено более 70% общего объёма природного запаса древесины на территории России, что составляет 17% мирового объёма запаса древесины. Красноярский край – один из самых богатых лесом среди лесных регионов страны. До 1990 г. ежегодный объём заготавливаемой древесины в крае составлял не менее 25 млн.м³, а с переходом на рыночные отношения величина этого показателя уменьшилась до 6–8 млн.м³ – в настоящее время величина последнего составляет 10,8 млн.м³. Годовой объём экспорта круглых (необработанных) лесоматериалов наиболее ценных пород и сортов из края – в Китай (более 90%), Японию, Турцию, Венгрию и др. – составлял до 1,5 млн.м³ и более. Большой ущерб для казны наносят и нелегальные рубки леса.

В результате резко ухудшилось финансовое положение лесопромышленного комплекса (ЛПК) края, обанкротились многие предприятия, а из-за потери рабочих мест население около 500 лесных посёлков при леспромхозах оказалось вычеркнутым из жизни. В настоящее время, несмотря на некоторое улучшение экономических показателей, ЛПК края ещё не вышел из кризиса. Низкая рентабельность многих действующих предприятий. У них нет средств для развития и технической модернизации производства, поэтому в лесном экспорте преобладает необработанная древесина. Контрактные цены экспортной лесопродукции ниже среднемировых цен аналогичных товаров: круглых лесоматериалов – в 1,27 раза, пиломатериалов – в 1,75 раза и т.д. Снижение объёма лесозаготовок и переработки древесины, а также сырьевой перекос в структуре экспорта лесопродукции (причём в структуре экспорта круглых лесоматериалов преобладает доля наиболее ценной древесины) привели к тому, что лесоперерабатывающие предприятия не могут удовлетворить спрос на качественную продукцию со стороны не только внешнего, но и внутреннего рынка.

Убыточность ЛПК края вызвана также неконтролируемым ростом цен и тарифов на разные материалы и услуги соответственно. Прибыль, получаемая от снижения себестоимости, идёт на ликвидацию различных задолженностей, налогов и сборов.

Европейский рынок не всегда доступен из-за отдалённости и высоких железнодорожных тарифов на перевозку лесопродукции. К тому же там сильны позиции конкурентов. Вне конкуренции наша древесина на китайском рынке, но в Китае предпочитают покупать круглые лесоматериалы высокого качества, а не продукцию глубокой переработки древесины.

ЛПК Сибири, в том числе Красноярского края, всегда был одним из эффективных секторов экономики страны. Для того чтобы вывести ЛПК Сибири из кризиса, разрабатываются масштабные проекты комплексного использования всей биомассы дерева. В них большая роль отводится программе развития Нижнего Приангарья, предусматривающей создание мощностей по глубокой переработке древесины. Это позволит максимально задействовать имеющийся трудовой потенциал – возможно, с переселением или с использованием вахтового метода.

Важную экономическую роль в ЛПК края играют малые предприятия: они обеспечивают занятость жителей, прежде всего небольших населённых пунктов.

Планируемый до 2015 г. и далее курс на создание крупных лесопромышленных комплексов предусматривает также модернизацию действующих предприятий путём внедрения доступных новейших технологий.

На современном этапе (т.е. в условиях объективно существующих серьёзных экономических трудностей) – для решения этих задач необходим научный поиск эффективных и малозатратных способов переработки древесины, обеспечивающих возможность сокращения её расхода на всех производственных стадиях, начиная с лесозаготовок. Ряд действенных мер для повышения рентабельности лесопильных предприятий, в том числе их специализация на выпуск пилозаготовок, отмеченами в [1].

В 2006 г. в краевом общем объёме выработки лесопродукции (в котором представлены, кроме пиломатериалов, шпалы, плиты и фанера) относительная доля пиломатериалов составила 90,87%. Прогнозируется её снижение из-за налаживания комплексной переработки отходов, но не более чем на 10–15%: при освоении лесных массивов около 60% деловой древесины направляется в лесопиление. На наиболее крупных лесопильных заводах найдёт применение пакетная технология по опыту предприятий г. Архангельска и севера Красноярского края, установивших высокопроизводительную технику зарубежного производства на завершающих операциях вне лесопильного цеха. Уже на стадии её освоения выявилась необходимость отступления от принятых принципов и правил рационального раскroя брёвен в самих лесопильных цехах. Эти правила, научно обоснованные ещё в 1930-е годы, рассчитаны на выработку пиломатериалов широких размерных спецификаций с целью получения их максимального выхода.

В новых условиях они не позволяли оперативно созда-

вать большие запасы одноразмерных партий пиломатериалов, необходимые для длительной работы высокопроизводительной техники вне лесопильного цеха без переналадок, на которые уходит более 30% времени смены. Для заводов г. Архангельска при участии ЦНИИМОДа и АЛТИ был предложен перевод лесопильного цеха на выработку пиломатериалов ограниченного числа сечений, потребовавший изменения структуры поставов и всей системы планирования раскroя брёвен. В новых планах задействованы поставка с однотолщинными досками и с выработкой на первом проходе бруса одной толщины из всех брёвен. Поскольку на архангельских заводах преимущественно распиливали брёвна диаметром $d = 14-20$ см, то толщина бруса мало отличалась от максимальной – 0,7д.

А на предприятиях Красноярского края диапазон величин диаметра распиливаемых брёвен – это 16–46 см и более. При выработке из них на первом проходе бруса одной толщины её отношение к диаметру брёвен составляет от 0,68 до 0,34 – меньшее значение относится к самым толстым брёвнам. Расчётыми и практикой доказано: такое расхождение с выводом теории максимальных поставов по толщине бруса не приводит к заметному снижению выхода пиломатериалов, но зато повышает их сортовой состав из-за лучшего использования качественных зон в толстых брёвнах. За тонким бруском из этих брёвен получают широкие необрезные доски, поэтому для их обрезки и продольного раскroя в потоке необходимо устанавливать трёх- или четырёхпильные обрезные станки.

Практика показала: в результате применения новых правил раскroя брёвен при пакетной технологии производительность оборудования (включая пакетирующие машины до и после сушки досок, торцовочно-маркировочные и сортировочные агрегаты, а также сушильные камеры) повышается в 1,5–2 раза.

Новый способ распиловки толстых брёвен (с выработкой на первом проходе тонкого бруса), научно обоснованный в СибНИИЛПе и СибГТУ, был использован на Пинчугском лесозаводе Богучанского района. Из всех брёвен диаметрами 22–34 см там стали выпиливать брусья толщиной 150 мм, а вырабатываемые за брусьями широкие необрезные толстые доски раскраивали на трёхпильном обрезном станке с получением обрезных досок только двух сечений: 50x100 и 50x150 мм. Из тонких необрезных досок на трёхпильном станке получали пилозаготовки трёх сечений: 25x100, 25x125 и 25x150 мм. Такой диапазон размеров ширины позволяет вырабатывать цельные и погонажные пилозаготовки разного назначения.

Анализ результатов работы лесопильных предприятий по пакетной технологии показал, что фактическая производительность машин и механизмов на завершающих операциях вне лесопильного цеха на 50% и более зависит не от их технических возможностей, а от выбранных способов и технологии раскroя брёвен в самом лесопильном цехе. Если головной цех работал по традиционной схеме, то новая высокопроизводительная техника вне цеха из-за переналадок часто простоявала, что обходилось для предприятия значительными экономическими потерями. Образно говоря, “хвост вытащили, а голова увязла”.

И в настоящее время лесопильные рамы продолжают быть основным бревнопильным оборудованием рос-

сийского лесопильного производства. При реконструкции и строительстве новых лесопильных предприятий целесообразно предусматривать использование круглопильного оборудования при распиловке брёвен средних диаметров, а современных ленточнопильных потоков – при раскroе крупномерного сырья.

Поэтому разработки ЗАО “Лесмашпроект” г. Архангельска [2] и других отечественных производителей, выпускающих станки и вспомогательное оборудование для средних и крупных лесопильных производств, должны быть направлены на создание высокопроизводительных и надёжных бревнопильных круглопильных станков, не уступающих по характеристикам зарубежным аналогам. На круглопильных станках (высота пропила – 400 мм) можно распиливать до 65–70% пиловочника, заготовляемого в Восточной Сибири. Такое оборудование можно задействовать при создании лесопильных цехов в новых районах или при реконструкции действующих предприятий.

Для небольших действующих предприятий экономически выгодна и достаточно эффективна реконструкция имеющегося двухпильного обрезного станка путём установки непередвижной пилы. Это позволит вырабатывать – посредством перемещения передвижной пилы – доски шириной до 200 мм и бруски сечением 50x50 мм. За таким обрезным станком устанавливают рейкоотделитель с двумя шинами. В упрощённом виде перестановку дополнительной шины можно осуществлять системой рычагов и передвижением рукоятки обрезчиком. В настоящее время двухпильный станок Ц2Д-8 выпускается механическим заводом группы компаний “Альянс Групп” в г. Иваново. На заводе ведётся подготовка к выпуску упрощённого трёхпильного станка со специальным рейкоотделительным устройством.

В исследованиях, проведённых СибНИИЛПом [3] на Новоенисейском и Лесосибирском ЛДК, выявлены причины снижения коэффициента выхода экспортных пиломатериалов на линиях “План–Cell”. По сравнению с условным раскroем снижение коэффициента выхода экспортных пиломатериалов разного сорта по ГОСТ 26002 при их торцовке на линиях “План–Cell” составило: бессортных – 2,01%, 4-го сорта – 2,11%, 5-го сорта – 2,88% (снижение коэффициента общего выхода – 7%).

Кроме того, были учтены другие составляющие показателя снижения коэффициента общего выхода экспортных пиломатериалов – например, от несовпадения места расположения порока древесины на доске и места поперечного реза, производимого по упорам торцующего механизма (до 1,5%). Величина показателя ошибок операторов в назначении резов на тонких досках в среднем составляет 73,4%, а на толстых – 50,5%. Относительная доля ошибок в виде необоснованного уменьшения длины доски на 300 мм составляет 65%, а свыше 300 (до 600) мм – 35%. Снижение коэффициента общего выхода экспортных пиломатериалов по вине операторов, работающих на линии, составило 5,5%. Из-за упомянутого снижения коэффициента общего выхода экспортных пиломатериалов годовая сумма реализации продукции Лесосибирского ЛДК уменьшилась на 0,7 млн. евро, а Новоенисейского ЛДК – на 1,0 млн. евро.

Исключить возможность снижения рассматриваемого важнейшего показателя можно введением предварительного поперечного раскroя досок в самих лесопильных потоках. Но главная причина потерь – конструктивные недоработки линий этого выпуска.

Анализ результатов проведённых исследований показал: при распиловке соснового пиловочника Восточной Сибири предварительному поперечному раскрою подлежат 60% тонких и 25–30% толстых досок. Их количество можно уменьшить, сокращая дробность сортировки брёвен по диаметрам перед подачей в лесопильный цех. Целесообразно ширину постава пил для выработки из пласти бруса толстых досок уменьшать на 15 мм по сравнению с наименьшей шириной пласти: в этом случае предварительному поперечному раскрою – для исключения обзола – подлежат только 15–20% толстых досок.

Предварительный поперечный раскрой досок перед обрезными станками более эффективен, чем на проходных торцовочных установках в конце цеха.

Анализ результатов опытных распиловок, проведённых совместно институтами ЦНИИМОД и ЛатНИИЛХ в производственных условиях [4], показал: торцовка боковых досок до их обрезки обеспечивает увеличение выхода обрезных пиломатериалов на 7,7% объёма раскраиваемых необрезных досок, а общего выхода пиломатериалов – на 2–3% объёма распиливаемого сырья.

Расположение участков предварительной торцовки досок непосредственно за распиловкой брёвен не только обуславливает возрастание коэффициента выхода пиломатериалов, но и позволяет организовать рациональное распределение полуфабрикатов по остальным звеньям лесопильного потока: неделевые горбыли направляются в рубительную машину, а тонкие боковые доски от второго прохода, не имеющие обзола, передаются на сортировочное устройство лесоцеха – так что к обрезному станку направляются только обзорные доски и деловые горбыли, которые должны пройти продольный раскрой.

Установка распределительно-торцовочных столов в лесопильном потоке до обрезного станка позволяет снизить коэффициент его загрузки в 1,7–2,0 раза, обеспечить возможность поштучной подачи к станку полуфабрикатов, достичь сокращения потерь древесины в отходы при продольном раскрое боковых досок с 20 до 5% объёма необрезных досок.

При проведении соответствующих теоретических исследований [5] выявлены оптимальные размеры ширины и длины обрезных досок, выпиливаемых из сбеговой зоны двухканальных брусьев, – в зависимости от целого ряда факторов (в том числе – когда боковые доски, выпиленные из сбеговой зоны бруса, не подлежат обрезке). При средних величинах коэффициента сбега, характерных для различных групп брёвен, выпиловка брусьев толщиной не более 0,5 вершинного диаметра бревна позволяет – без снижения выхода пиломатериалов – вырабатывать все тонкие доски из двухканальных брусьев без их обрезки (в этом случае проводят только отторцовку концов досок с обзолами при предварительном поперечном раскрое). Это исключает возможность перегрузки обрезного станка в условиях увеличения числа боковых досок, выпиливаемых из бревна на первом проходе при выработке тонкого бруса.

Следует отметить: в поток с двумя двухэтажными рамами устанавливают по одному распределительному столу за каждой лесопильной рамой. В связи с большим изменением продолжительности цикла обработки поступающих полуфабрикатов перед столом необходимо создавать механизированный буферный участок длиной не менее 1 м (например, поперечный цепной конвейер). Полуфабрикаты двух основных видов удаляются поперёк

стола – с направлением их на соответствующие участки обработки – при помощи простейшего шибера. В этих условиях величина пропускной способности каждого распределительно-торцовочного стола составляет 10–12 ед./мин, а обрезного станка – 8–10 ед./мин.

Эффективной дополнительной мерой можно считать выработку пилозаготовок малых размеров из пиломатериалов низкого качества. На внешнем рынке первые дюжины вторых, поэтому даже при низком выходе эта мера может быть прибыльной. Периферийные тонкие доски сечением 25x100 и 25x150 мм имеют древесину высокого качества. Их относят к 5-му сорту по ГОСТ 26002 преимущественно из-за обзола. В общем объёме досок 5-го сорта их доля составляет 43 и 50% соответственно. Толстые доски 5-го сорта по этому ГОСТу сечениями 50x100 и 63x175 мм, относительная доля которых составляет 18 и 30% соответственно, попадают в 5-й сорт из-за пластевых трещин, а за пределами трещин, по бокам, в них содержится качественная древесина. При переработке таких досок на пилозаготовки и в строганый погонаж появляется возможность увеличения стоимости реализуемой продукции и повышения рентабельности производства. Величина коэффициента выхода пилозаготовок может составлять 30% и более, при этом стоимость реализуемой продукции в 1,5–2 раза выше стоимости самих досок. Цена реализуемого в Европе строганного с четырёх сторон погонажа длиной 2,5 м сечениями 44x44; 44x74; 18x80; 18x100; 18x120 мм составляет от 550 до 650 евро/м³. В Казахстане пользуются спросом пилозаготовки длиной 1,2 м сечением 50x50 мм транспортной или естественной влажности.

Выводы

1. Для повышения роли ЛПК Красноярского края в экономике региона и решения экологических и социальных проблем Правительством РФ утверждена заявка на финансирование – из средств федерального инвестиционного фонда – работы по реализации проекта “Комплексное развитие Нижнего Приангарья”. В нём строительство лесоперерабатывающего комплекса будет осуществляться по совместному соглашению между Администрацией Красноярского края и Внешэкономбанком. Намечено, что в составе комплекса будет целлюлозно-бумажное производство для использования отходов лесосек, лесопиления и деревообработки. Это позволит выпускать продукцию с высокой добавленной стоимостью, а также значительно сократить зависимость России и края от импортных поставок готовой продукции, прежде всего бумажной, и повысить показатель занятости населения благодаря созданию новых рабочих мест.

2. В 2006 г. в краевом общем объёме выработки лесоматериалов (в котором представлены пиломатериалы, шпалы, фанера и плиты) относительная доля пиломатериалов составила 90,87%. В проектах развития ЛПК края до 2017 г. намечено увеличение годового объёма выпуска всех лесоматериалов в 2,2 раза (пиломатериалов – в 1,86 раза), а годового объёма вывоза круглых лесоматериалов из края – только в 1,03 раза. К 2017 г. относительная доля объёма выпуска пиломатериалов снизится до 78,6% – из-за обеспечения роста годового объёма изготовления продукции ЦБП в 18,6 раза.

3. В структуре себестоимости пилопродукции, как правило, около 70% приходится на стоимость сырья. Этот показатель зависит от качества перерабатываемой

древесины. В нетронутых лесных массивах преобладают перестойные древостои, которые обычно поражены напенной и стволовой гнилью. Поэтому брёвна с гнилью, особенно комлевой вырезки, следует распиливать отдельно от основной массы, применяя специальные способы раскряя и технологические процессы. Для их переработки наряду с рекомендациями, представленными в данной статье, также целесообразно использовать технологии, защищённые патентами [6, 7].

4. Приведённый в статье анализ работы лесопильных заводов по пакетной технологии с применением высокопроизводительной техники зарубежного производства на завершающих операциях торцовки, сортировки и пакетирования пиломатериалов после сушки показал: практическая величина производительности этих машин в значительной мере зависит не от их технических возможностей, а от способов раскряя брёвен в самом лесопильном цехе. Переход с традиционных способов на выработку пиломатериалов ограниченного числа сечений позволил повысить производительность сложной техники, включая сушильные камеры, в 1,5–2 раза. Этот опыт и приведённые в статье научно обоснованные рекомендации по совершенствованию поточных линий для раскряя брёвен и полуфабрикатов помогут избежать просчётов при создании аналогичных комплексов в Нижнем Приангарье.

5. В настоящее время основным бревнопильным оборудованием лесопильного производства края являются физически и морально устаревшие лесопильные рамы. Их недостатки – низкая производительность и повышенные затраты на эксплуатацию.

Круглопильные станки наиболее производительны и эффективны для распиловки брёвен средних диаметров. В первой четверти XXI века они могут стать основным оборудованием на операциях распиловки брёвен.

6. Техническая политика в области лесопиления предусматривает обновление всего парка машин и оборудования. Замена лесопильных рам высокопроизводительными круглопильными станками, применение в авто-

номных лесопильных потоках станков с угловым пилением на базе двух или одной дисковых пил, использование (при пакетной технологии) более совершенных моделей оборудования на операциях торцовки, сортировки и пакетирования пилопродукции после сушки, внедрение технологий получения цельных и клеёных пилозаготовок из досок низкого качества и др. – всё это обуславливает необходимость осуществлять планирование раскряя брёвен на новых принципах, в том числе с отказом от сложившихся стереотипов и правил.

Наибольший эффект может быть получен при регламентировании всех процессов переработки пиловочника и полуфабрикатов на основе научно обоснованной системы нормативов, учитывающей особенности сырьевой базы и условий производства.

Список литературы

1. Ветшева В.Ф., Аксеновская Н.А., Айзенберг А.И. Повышение эффективности механической переработки хвойного пиловочника Сибири // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2006. – № 1. – С. 8–9.
2. Лесопильное оборудование XXI века от ЗАО “Лесмашпроект” // Сибирский лесопромышленный журнал “Лес и техника”. – 2007. – № 3. – С. 18–19.
3. Определение выхода пиломатериалов при окончательной обработке на линиях сушки, торцовки, сортировки, пакетирования: (Заключит. отчёт) / СибНИИЛП; Руководитель темы ВН-17 З.Т.Чанчикова. – № ГР 01.86.0084623. – Красноярск, 1986.
4. Микит Э.А., Бульс Ф.Г. Рациональные производственно-технологические процессы лесопиления. – Рига: Латв. РИНТИП, 1968. – 16 с.
5. Ветшева В.Ф. Раскрай крупномерных брёвен на пиломатериалы. – М.: Лесная пром-сть, 1976. – 168 с.
6. А.с. 1749023. Способ распиловки трёхкантного бруса / В.Ф.Ветшева, А.И.Айзенберг. – Опубл. 23.07.92, Бюл. № 27.
7. Пат. 2214907 РФ. Способ получения клеёной пилопродукции / В.Ф.Ветшева, П.А.Антонов // Зарег. в гос. реестре изобр. РФ. – М., 27 окт. 2003 г.

УДК 674:658.336.3:378.09

ОЖИДАЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ “ТЕХНОЛОГИЯ ДЕРЕВООБРАБОТКИ”

В. Г. Санаев, С. Н. Рыкунин – Московский государственный университет леса

Реформирование системы высшего профессионального образования (ВПО) проводится в целях обеспечения актуального изменения её структуры и содержания обучения. Особое внимание уделяется профессионально и социально определяющим

результатам обучения студента, или компетенциям выпускника (термин “компетенция выпускника” – это словесное обозначение словосочетания “динамичная совокупность тех или иных знаний, умений, навыков, способностей, ценностей, необходимых для эффективной профессиональной и социальной деятельности выпускника, а также для развития его личности”).

Выпускник должен обладать социально-личностной, общепрофессиональной и специальной компетенци-

ей (последняя компетенция базируется на общепрофессиональной компетенции и обеспечивает высокую эффективность её использования).

Российская система ВПО всегда исходила из нужд сферы профессиональной деятельности (такой подход к проведению обучения студента совпадает с компетентностным подходом). В XX веке она готовила специалистов для массового производства. В настоящее время производственные системы становятся гибкими, растут объёмы производства по заказам. Так, сейчас ряд российских фабрик по выпуску кухонной мебели работают преимущественно по индивидуальным заказам [1].

В соответствии с принципами реформирования системы ВПО в рамках Болонского процесса приобретённые (за годы обучения) выпускниками, в том числе и программ первого уровня подготовки, компетенции должны отвечать требованиям рынка труда и обеспечивать их готовность к профессиональной деятельности.

В результате развития компетентностного подхода в европейских высших учебных заведениях были сформулированы требования к компетенциям выпускников программ первого и второго уровня подготовки специалистов в области техники и технологий [2]. Они составили следующие разделы: знание и понимание, инженерный анализ, инженерное проектирование, исследования, инженерную практику, личностные навыки.

Применительно к специализации "Технология деревообработки" эти требования представляют собой следующее.

Знание и понимание. Выпускники программ первого уровня подготовки должны:

- знать и понимать научные и математические принципы, лежащие в основе технологии деревообработки;
- глубоко понимать определяющие аспекты и концепции технологии деревообработки;
- иметь чёткие знания (включая некоторые передовые знания) в отношении основных положений технологии деревообработки;
- понимать широкий междисциплинарный контекст инженерной науки по технологии деревообработки.

Выпускники программ второго уровня подготовки должны:

- понимать принципы технологии

деревообработки и иметь глубокие знания в отношении её основных положений;

- отличаться осведомлённостью в отношении основных положений технологии деревообработки и передовых достижений субъектов её совершенствования.

Инженерный анализ. Выпускники должны уметь решать инженерные задачи, соответствующие уровню полученной ими подготовки, а также задачи, требующие знаний из областей, выходящих за рамки полученной ими профессиональной подготовки.

Выпускники программ первого уровня подготовки должны уметь:

- применять полученные знания для постановки, формулирования и решения инженерных задач на основе признанных методов;
- применять полученные знания для анализа инженерных систем, процессов и методов;
- выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы моделирования.

Выпускники программ второго уровня должны уметь:

- решать незнакомые, нечётко определённые задачи, имеющие конкурирующие спецификации;
- формулировать и решать задачи, относящиеся к новым и новейшим областям технологии деревообработки;
- применять полученные знания для определения концепций инженерных моделей, систем и процессов;
- применять новаторские методы решения инженерных задач.

Инженерное проектирование. Выпускники должны быть в состоянии принимать участие в выполнении инженерных проектов в соответствии с уровнем полученной ими профессиональной подготовки, должны уметь работать как в профессиональной, так и в непрофессиональной среде.

Выпускники программ первого уровня подготовки должны уметь:

- применять инженерные знания для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям;
- разбираться в методиках проектирования и применять эти методики.

Выпускники программ второго уровня подготовки должны уметь:

- использовать свои профессио-

нальные знания и, возможно, знания из других дисциплин при решении незнакомых задач;

- творчески подходить к разработке новых, оригинальных идей и методов;

– принимать решения в сложных условиях, характеризующихся технической неопределённостью и недостатком информации.

Исследования. Выпускники должны уметь проводить исследования, используя различные методы, соответствующие уровню полученной ими профессиональной подготовки.

Выпускники программ первого уровня подготовки должны:

- уметь находить необходимую литературу, а также использовать базы данных и другие источники информации;
- иметь навыки планирования экспериментов, а также уметь проводить необходимые эксперименты, интерпретировать данные и делать выводы;
- иметь навыки работы в лабораториях.

Выпускники программ второго уровня подготовки должны:

- уметь идентифицировать, находить и получать необходимые данные;
- иметь навыки планирования экспериментов, уметь проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, уметь критически оценивать данные и делать выводы;
- уметь творчески использовать новые и новейшие технологии, или методы в своей профессиональной деятельности.

Инженерная практика. Выпускники должны уметь применять полученные знания в инженерной практике.

Выпускники программ первого уровня подготовки должны:

- уметь выбирать и использовать подходящее оборудование, инструменты и методы;
- уметь сочетать теорию и практику для решения инженерных задач, понимать применяемые методики и методы, а также знать их ограничения;
- отличаться осведомлённостью о нетехнических последствиях инженерной деятельности.

Выпускники программ второго уровня подготовки должны:

- уметь интегрировать, или твор-

чески суммировать знания из различных областей и справляться со сложными задачами;

– глубоко понимать применяемые методики и методы, а также их ограничения;

– знать нетехнические ограничения инженерной деятельности.

Личностные навыки. Выпускники должны иметь разнообразные личностные навыки, необходимые для инженерной деятельности.

Выпускники программ первого уровня подготовки должны:

– уметь эффективно работать как индивидуально, так и в качестве члена команды;

– уметь использовать различные методы налаживания эффективного взаимодействия с инженерным сообществом и обществом в целом;

– разбираться в вопросах здравоохранения, безопасности и юридической ответственности за инженерную деятельность, иметь хорошее представление о влиянии инженерных решений на социальную сферу и окружающую среду;

– осознавать необходимость и быть готовым следовать кодексу

профессиональной этики и нормам инженерной практики;

– отличаться осведомлённостью в отношении проектного менеджмента и бизнеса, знать и понимать влияние рисков и изменяющихся условий;

– осознавать необходимость самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение жизни.

Выпускники программ второго уровня подготовки должны:

– иметь личностные качества, предъявляемые к выпускникам программ первого уровня подготовки;

– уметь эффективно действовать в качестве лидера команды, которая может состоять из специалистов различных направлений и квалификаций;

– уметь эффективно взаимодействовать в национальном и международном контексте.

Заключение

Переход на двухуровневую структуру системы высшего профессионального образования и осуществление компетентностного подхода к

проведению профессиональной подготовки бакалавров и магистров приведут к изменению взаимоотношений между системой высшего образования и профессиональным сообществом. Число специалистов, работающих в бюджетном секторе, намного больше числа специалистов, работающих на предприятиях, входящих в Российский союз промышленников и предпринимателей, но влияние бизнеса на высшее образование будет возрастать. Так что через какое-то время требования к профессиональной подготовке специалистов во многом будут определяться бизнесом.

Список литературы

1. Новая парадигма проектирования САПР сложной корпусной мебели для позаказного промышленного производства: Монография. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 319 с.

2. EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes. – http://www.feani.org/EUR_ACE/PrivateSection/Documents/AL_EUR-ACE_Frwrk%20Std%20Final_05_11_17.pdf

УДК 674:658.336.3:378.09

КОНЦЕПЦИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

С. Н. Рыкунин – Московский государственный университет леса

Эффективность технологически новых деревообрабатывающих производств в значительной мере зависит от квалификации их персонала. Один из способов приблизить учебный процесс к потребностям сферы производства – подготовка оптимальной основной образовательной программы.

Разработка проекта федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) – ГОС нового поколения – и основных образовательных программ (ООП) по направлениям профессиональной

подготовки проводится с целью обеспечения возможности продуманного поэтапного перехода на 2-уровневую структуру системы ВПО с учётом требований рынка труда и тенденций развития мировой системы ВПО. Возможна подготовка бакалавров по следующим направлениям:

- широкого профиля;
- с углублённой подготовкой для производственно-технологической деятельности;
- с углублённой подготовкой для организационно-управленческой деятельности;

– с углублённой подготовкой для проектной деятельности.

При подготовке бакалавров четырёх упомянутых профилей относительная доля объёма дисциплин по выбору должна быть не менее 30%.

Квалификация бакалавра присваивается выпускникам системы ВПО, которые:

- показали знание и понимание предметов обучения, базирующегося на общем среднем образовании, и обычно владеют не только положениями из учебников повышенного тида, но и некоторыми передовыми

знаниями в отношении своей специальности;

- могут профессионально применять свои знания и обладают такими компетенциями, которые позволяют выдвигать и защищать аргументы, а также решать возникающие задачи по своей специальности;

- умеют собирать и интерпретировать данные (обычно по своей специальности), необходимые для выработки суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам;

- могут доносить информацию, идеи, проблемы и решения до широкой аудитории (состоящей из специалистов и неспециалистов);

- имеют навыки самообучения, позволяющие им повышать свою квалификацию, или уровень профессиональной подготовленности с большей степенью самостоятельности.

Будущие бакалавры каждого профиля должны изучать специальные дисциплины с примерными учебными программами, составленными с учётом результатов анализа идентичных операций – составных частей производственных процессов отрасли.

Целесообразно по каждой идентичной операции изложить теоретические основы, сведения о материалах и требованиях к ним, привести величины технологических параметров режима проведения операции, перечень оборудования, ожидаемые уровни эффективности различных вариантов режима выполнения операции. При этом следует учитывать: изучение и освоение узкоспециализированных операций, по-видимому, не способствует повышению уровня профессиональной подготовки.

При практической организации бакалаврского уровня европейской подсистемы мировой системы ВПО выявились следующие факторы, отрицательно сказывающиеся на уровне вероятности незамедлительного

трудоустройства только что выпущенного бакалавра по его специальности:

- недоверие к бакалавриату со стороны общества, студентов, работодателей;

- низкая популярность бакалавров в промышленности;

- несовместимость требования обеспечить соответствие учебных программ высоким академическим стандартам и требования незамедлительного трудоустройства выпускников этих программ по их специальности – особенно в таких областях профессиональной подготовки, как инженерные науки;

- отсутствие заинтересованности работодателей в сотрудничестве с вузами в деле разработки государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования и основных образовательных программ.

Обеспечение незамедлительного трудоустройства выпускников вузов по их специальности – это краеугольный камень Болонского процесса (Employability in the Context of the Bologna Process. General Conclusions and recommendations (<http://bologna-Bergen> 2005.no), одна из основных целей создания единой европейской подсистемы мировой системы ВПО.

Для достижения общественно необходимого незамедлительного трудоустройства выпускников высшей школы по их специальности высшая школа должна провести серьёзные преобразования:

- осуществить сближение программ обучения и профессиональной деятельности, сближение условий прохождения производственных практик и образовательных программ;

- обеспечить многообразие конкретных программ обучения студентов;

- наладить опережающую разработку (с участием представителей предприятий) новых конкретных

программ обучения студентов.

Продолжительность периода подготовки бакалавров в вузе – четыре года. Нереально за это время преподавать программу подготовки инженера, требующую периода времени продолжительностью пять лет.

Бакалавры получат промышленное признание и будут востребованы, если результаты прохождения ими основной образовательной программы будут позволять им быстро адаптироваться к изменяющимся условиям производства. В условиях постоянного качественного расширения номенклатуры изделий и стилей, увеличения ассортимента материалов, усложнения конструкций изделий и повышения их качества, расширения спектра оказываемых профессиональных услуг освоение бакалаврами систем автоматизированного проектирования, несомненно, будет способствовать упрочению их положения на предприятиях.

Промышленный спрос на бакалавров будет возрастать, если они смогут применять знания, полученные во время обучения в вузе, при:

- управлении качеством;

- использовании новых материалов, например, для создания защитно-декоративных покрытий;

- повышении конкурентоспособности пиломатериалов, клеёных заготовок, древесных плит, изделий из древесины;

- использовании отходов в качестве древесного топлива (производство топливных брикетов и гранул);

- оптимизации планирования раскroя круглых лесоматериалов, пиломатериалов, древесных плит, листовых материалов.

Для освоения новых технологий, или методов образования и получения новых знаний очень нужны мобильность в процессе обучения и знание иностранных языков. Это, несомненно, должно войти в программы обучения.

**Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки РФ
учитывает основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук, опубликованные в журнале
“Деревообрабатывающая промышленность”**

ВЛИЯНИЕ ПОРОКОВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНОВОГО ПИЛОВОЧНИКА НА ТОЛЩИНУ ВЫПИЛИВАЕМЫХ ДОСОК

В.Г. Уласовец, д-р техн. наук – Уральский государственный лесотехнический университет

Как отмечено в ГОСТ 8486–86 “Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия”, на качество пиломатериалов оказывают значительное влияние анатомическая сердцевина и кольцевые (отлупные) трещины (отслоение древесины по годичным слоям, прилегающим к сердцевине), которые снижают стоимость выпиливаемых досок, ухудшают их товарный вид и физико-механические свойства, а поэтому являются дефектом для большинства изделий и деталей.

Анализ результатов обследования соснового пиловочника Уральского региона [1] показал: с увеличением диаметра брёвен встречаемость кольцевых трещин около сердцевины в вершинных брёвнах достигает 1,6, срединных – 14,3, комлевых – 34,0%. Размеры кольцевых трещин около сердцевины при всех величинах диаметра брёвен находились в диапазоне от 8 до 36 мм.

Даже при отсутствии в брёвнах кольцевых трещин ихявление в пиломатериалах, выработанных из центральной зоны бревна, возможно в процессе сушки или эксплуатации.

По этой причине при продольном раскрытии центральной зоны брёвен указанные пороки стремятся включить в одну сердцевинную или две центральные доски, для того чтобы сохранить высокое качество смежных с ними боковых досок. Необходимо отметить, что чрезмерное увеличение толщины сердцевинных и центральных досок приведёт к тому, что часть здоровой древесины перейдёт в вырезку с уменьшением суммарного объёма выхода соседних боковых досок, не улучшив качества вырезки. И, напротив, слишком тонкие сердцевинные и центральные доски могут не вобрать в себя сердцевину, которая перейдёт в смежные боковые доски и ухудшит их качество.

Существующие в практике лесопиления рекомендации по минимальным размерам толщины сердцевинных и центральных досок, основанные на предложении К.А.Басанцева [2], носят противоречивый и ориентировочный характер, однако являются в настоящее время основным технологическим руководством для лесопильных предприятий нашей страны и приводятся в различных учебных и справочных пособиях.

По существующим рекомендациям, например, при раскрытии брёвен диаметром 22–24 см наименьшая толщина сердцевинной доски устанавливается равной 40 мм. Отметим, что объём такой вырезки составляет 25–30% общего объёма всех пиломатериалов, вырабатываемых в поставе, а это указывает на большую практическую значимость данного условия и необходимость проведения теоретических и экспериментальных исследований с целью обеспечить возможность оперативного определения рациональных толщин сердцевинных и централь-

ных досок. Как показали исследования [3], на рациональные размеры досок, которые предстоит выпилить из центральной зоны сосновых брёвен, могут оказывать влияние следующие факторы: отклонение сердцевины от геометрического центра поперечного сечения бревна; отклонение геометрического центра торца бревна (или бруса) от центра постава при распиловке; диаметр анатомической сердцевины; диаметр зоны кольцевых трещин вблизи сердцевины.

Установление возможных значений указанных факторов проводили экспериментальным путём в соответствии с разработанными методическими положениями.

На основании результатов проведённых экспериментальных исследований была выдвинута гипотеза о наличии вдоль продольной оси бревна зоны ювенильной древесины с ослабленной связью между годичными слоями, прилегающими к сердцевине, на границе которых возможно возникновение кольцевых (отлупных) трещин. Поэтому при определении величины зоны вероятного отлупа (отслоения древесины по годичным слоям, прилегающим к сердцевине) исследовали предел прочности древесины при скальвании вдоль волокон по дуге годичного слоя.

Отметим, что при определении показателей прочности древесины основные виды испытаний на сдвиг [4] – скальвание вдоль волокон и скальвание поперёк волокон. При скальвании вдоль волокон различают скальвание в радиальном и тангенциальном направлении (рис. 1 а, б). Для проведения испытаний по ГОСТ 16483.5–73 “Древесина. Методы определения предела прочности при скальвании вдоль волокон” испытуемый образец должен иметь определённую форму и размеры (рис. 1 в).

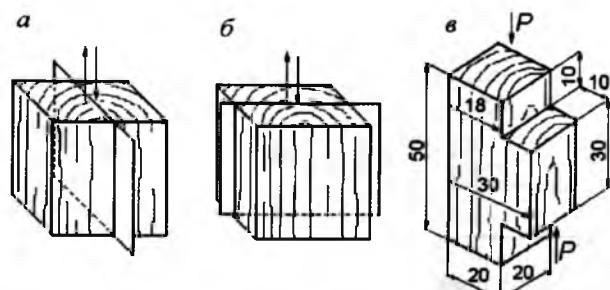


Рис. 1. Схема испытания древесины на скальвание вдоль волокон:

а – в радиальном направлении; б – в тангенциальном направлении; в – форма и размеры образца для проведения испытаний древесины на скальвание вдоль волокон в тангенциальном направлении.

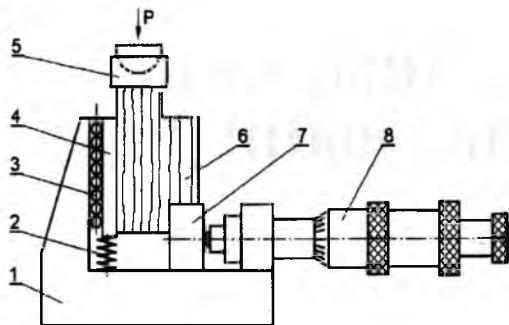


Рис. 2. Приспособление для испытания древесины на скальвание вдоль волокон:

1 – корпус; 2 – пружина; 3 – ролик; 4 – подвижная планка; 5 – нажимная призма; 6 – образец; 7 – подвижная опора; 8 – прижимное устройство

Традиционное приспособление для проведения испытаний древесины на скальвание вдоль волокон (рис. 2) состоит из корпуса 1, пружины 2, роликов 3 с подвижной планкой 4, подвижной опоры 7 и прижимного устройства 8.

Использование в приспособлении подвижной планки 4 на роликовых опорах 3 позволяет несколько уменьшить трение образца об устройство, однако результаты испытаний всё-таки будут искажены на величину трения в роликовом узле. Отсутствие в приспособлении подвижной планки приводит к тому, что данные, полученные при скальвании древесины вдоль волокон, будут завышены примерно на 15%.

Описанные выше форма и размеры образцов, а также существующее приспособление не позволяют проводить исследования по скальванию древесины вдоль волокон по дуге годичного слоя. Учитывая сказанное, к универсальной испытательной машине было разработано [5] приспособление (рис. 3), состоящее из закрепляемого в верхней части испытательной машины 1 пuhanсона 2 со сменными вращающимися обоймами 3, имеющими дугообразные выемки (различающиеся по радиусу), и зажимной скобой 4 (для крепления образца 5), устанавливаемой в нижней части испытательной машины.

Вершины дуг выемок расположены – на одинаковом расстоянии от центра вращения обоймы – на линии передачи давления скальвания на образец. При проведе-

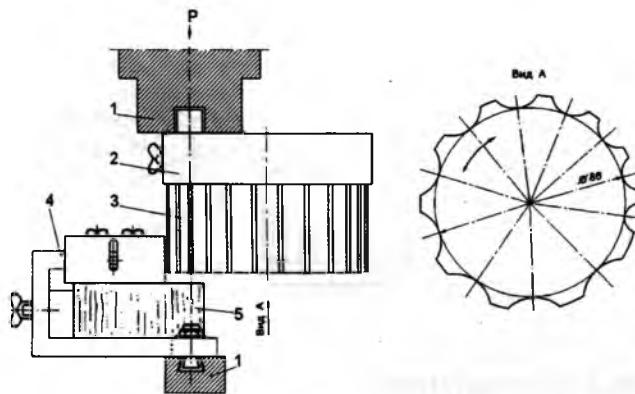


Рис. 3. Общий вид приспособления к испытательной машине:

1 – испытательная машина; 2 – пuhanсон; 3 – обойма; 4 – зажимная скоба; 5 – образец

ни испытаний их совмещали с дугой годичного слоя исследуемого образца. Таким образом, происходило скальвание древесины вдоль волокон по дуге годичного слоя, при котором в отличие от скальвания при использовании стандартного приспособления исключена возможность смещения сил, действующих на испытуемый образец, и искажения величины конечного результата испытаний. Разработанное приспособление было использовано на универсальной испытательной машине ZDM 2,5/91 (Лейпциг).

Форма исследуемых образцов – прямоугольный параллелепипед (содержащий анатомическую сердцевину на средине толщины торцового среза), имеющий следующие размеры: толщина – $12,5 \pm 2,5$, ширина – 50 ± 1 , высота – 30 ± 5 мм.

Величину центрального угла по дуге скальвания измели с погрешностью, не превышавшей 30.

Нагрузку на образец передавали через обойму – равномерно со скоростью 4000 ± 1000 Н/мин. Испытания проводили до разрушения образца. Максимальную величину нагрузки P_{\max} считывали с погрешностью, не превышавшей цены деления шкалы силоизмерителя.

После проведения испытаний определяли влажность образцов – в соответствии с ГОСТ 16483.7–71 “Древесина. Методы определения влажности” – пробой для определения величины влажности служила большая часть разрушенного образца.

Величины предела прочности образцов при их кондиционировании в каждом опыте τ_w (МПа) вычисляли по формуле

$$\tau_w = \frac{P_{\max} 180 \text{град.}}{\pi R n_u h}, \quad (1)$$

где R – радиус годичного слоя, на котором происходит скальвание, см;

n_u – центральный угол скальвания, град.;

h – высота скальвания, см.

Величины предела прочности образцов при величине их влажности, равной 12%, τ_{12} (МПа) вычисляли по формуле

$$\tau_{12} = \tau_w [1 + \alpha(100W - 12)], \quad (2)$$

где α – поправочный коэффициент, учитывающий отличие текущей величины W от 12% ($\alpha = 0,03$);

W – влажность образцов в момент испытания, %.

Эксперименты по определению величин предела прочности сосновых образцов при скальвании вдоль волокон по дуге годичного слоя, расположенного вблизи сердцевины, проводили по математически обоснованному плану [6]. При обработке полученных данных проверку гипотезы о законе распределения результатов наблюдений вели по критерию Пирсона, проверку однородности дисперсий – по критерию Кохрэна, оценку значимости коэффициентов уравнения регрессии – по критерию Стьюдента, проверку гипотезы о равенстве средних – по критерию Фишера.

По результатам проверки гипотезы о равенстве средних значений наблюдений был сделан вывод: появление кольцевых трещин вблизи сердцевины комлевых и срединных брёвен более вероятно, чем вблизи сердцевины вершинных брёвен. Возможно, в комлевых и срединных брёвнах в средней зоне больше – по сравнению с вер-

шинными – микротрещин, появление которых связано с действием различных переменных нагрузок на ствол дерева в период его роста [7].

При проведении исследований установлено: наименьшее значение предела прочности древесины при скальвании вдоль волокон по дуге годичного слоя в пиломатериалах из комлевых, срединных и вершинных брёвен наблюдается в зоне окончания пятого годичного слоя, где и следует ожидать появления кольцевых (отлупных) трещин. Так как вероятное место появления кольцевой трещины по дуге годичного слоя находится в зоне окончания пятого годичного кольца, то величина диаметра отлупной зоны будет определяться толщиной пяти годичных колец, прилегающих к сердцевине.

Отметим также, что существующее в практике лесопиления предположение о связи величины отлупной трубы (в старых стандартах использован термин “техническая сердцевина”) вокруг сердцевины с величиной диаметра бревна не подтвердилось. Основное влияние на рациональную толщину досок, выпиливаемых из центральной зоны брёвен, оказывают величина отклонения анатомической сердцевины от геометрического центра торца бревна и размер зоны вероятного появления кольцевых трещин. Отклонение анатомической сердцевины от геометрического центра торца бревна и диаметр бревна находятся в зависимости, которая аппроксимируется уравнением прямой.

На основании результатов проведённых теоретических и экспериментальных исследований разработаны рекомендации для практики лесопиления, позволяющие оперативно определять рациональные толщины досок, которые предстоит выпилить из центральной зоны сосновых брёвен (см. таблицу).

Величина диаметра бревна в вершине, см	Минимальная толщина досок, мм	
	сердцевинных	центральных
14–22	40	19
24–32	44	22
34 и более	50	Не выпиливать

Применение разработанных рекомендаций в практике лесопиления позволит исключить попадание зоны с кольцевыми трещинами в боковые доски постава, что повысит их ценностный выход без изменения технологического процесса распиловки брёвен.

Выводы

1. Рациональная толщина сердцевинных и центральных досок в наибольшей мере определяется размером зоны вероятного появления кольцевых трещин, т.е. отслоения древесины по годичным слоям, прилегающим к

сердцевине, и величиной отклонения анатомической сердцевины от геометрического центра поперечного сечения бревна.

2. Наиболее велика вероятность нахождения кольцевой трещины по дуге годичного слоя в зоне окончания пятого годичного кольца, поэтому величина диаметра отлупной зоны будет определяться толщиной пяти годичных колец, прилегающих к сердцевине.

3. Отклонение анатомической сердцевины от геометрического центра торца бревна и диаметр бревна находятся в зависимости, которая аппроксимируется уравнением прямой.

4. Применение в практике лесопиления предлагаемых рекомендаций по определению рациональных величин толщины досок, которые предстоит выпилить из центральной зоны брёвен, обуславливает сведение к минимуму отрицательного влияния кольцевых трещин вблизи сердцевины брёвен на качество пиломатериалов.

5. Повышение качества боковых досок, смежных по выпиловке с сердцевинными и центральными досками (достигаемое при использовании предлагаемых рекомендаций – без изменения технологического процесса и увеличения затрат на его осуществление), позволяет увеличить общий ценностный выход пиломатериалов в поставе.

Список литературы

1. Уласовец В.Г. К вопросу об оптимальных толщинах сердцевинных и центральных досок в сосновом пиловочном сырье уральской зоны // Механическая технология древесины. – Минск: Вышэйшая школа, 1977. – Вып. 7. – С. 14–18.
2. Басанцев К.А. Что нужно знать распиловщику о поставе. – М.: ГЛТИ, 1932. – 66 с.
3. Уласовец В.Г. Определение минимальных толщин сердцевинных и центральных досок при раскрое соснового пиловочного сырья // Механич. техн. др.-ны. – Минск: Вышэйшая шк., 1978. – Вып. 8. – С. 42–46.
4. Справочник по древесине / Под ред. Б.Н.Уголева. – М.: Лесная пром-сть, 1989. – 296 с.
5. Пат. RU 43367 U1 РФ МПК⁷ G 01 N 3/24. Устройство к испытательной машине / В.Г.Уласовец. – № 2004125748/22; Опубл. 10.01.05. Бюл. № 1.
6. Уласовец В.Г. Математическое планирование экспериментов при расчёте минимальных толщин досок, выпиливаемых из центральной части сосновых брёвен // Применение математических методов и использование ЭВМ в управлении лесной промышленностью: Материалы всесоюз. конф. – М.: ЦНИИМЭ-ВНИПИЭИлеспром, 1979. – Ч. I. – С. 82–84.
7. Ulasovets V.G. Determination of the rational plank thickness in sawing the central zone of pine logs // Drewno-Wood. – Poznan: Inst. Technol. Drew., 2004. – Vol. 47. – Nr. 171. – P. 69–80.

ЛАДЬЯ

6-я всероссийская выставка-ярмарка народных художественных промыслов России

5–9 декабря 2007 г.

Москва, ЦВК “Экспоцентр” на Красной Пресне
Вологодская областная универсальная научная библиотека

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МНОГОГРАННЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН ОДНОРАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Гришкевич, А.П. Клубков, А.Ф. Аникеенко – Белорусский государственный технологический университет, **А.К. Драгун** – ООО “Дим компания”

Одна из первоочередных задач деревообрабатывающей промышленности – дальнейшее увеличение выпуска конкурентоспособной продукции. Для её решения нужен современный, высокоэффективный дереворежущий инструмент. При обработке древесины широко применяют сборные фрезы с ножами из высоколегированной стали повышенной износостойкости марок Х6ВФ, Х12Ф1, Х12М, 85Х6НФТ, Р6М5, Р6М5К5 и др.

Для обработки древесных плитных материалов: ДСП, ДВП, МДФ – применяют твёрдые сплавы группы ВК, которые характеризуются отработанной технологией изготовления, необходимой структурой и эксплуатационными свойствами. На практике преимущественно применяют паяный твердосплавный инструмент. Как известно, такой инструмент характеризуется сравнительно небольшой продолжительностью периода стойкости. Дефицит основных износостойких компонентов: карбида вольфрама и карбида кобальта – обуславливает необходимость экономии соответствующих инструментальных материалов путём повышения продолжительности периода стойкости режущего инструмента, а также путём разработки новых конструкций фрезерного инструмента, дешёвых и менее дефицитных видов инструментальных материалов.

В настоящее время в качестве декоративного покрытия ДСП и МДФ наряду с натуральным шпоном всё шире применяют синтетические облицовочные материалы.

Режущий инструмент быстро изнашивается при обработке ламированных ДСП и плит, облицованных декоративными бумажно-слоистыми пластиками, – из-за таких физико-механических свойств этих материалов, как высокая хрупкость, твёрдость и низкая теплопроводность. В процессе фрезерования на поверхности декоративного покрытия образуются сколы и микротрещины, что ухудшает внешний вид изделия и является практически неустранимым дефектом.

Широкое применение в мебельной подотрасли деревообрабатывающей промышленности облицованных ДСП и МДФ обусловило использование износостойких инструментальных материалов, в частности твёрдых сплавов с повышенным содержанием вольфрама ВК4, ВК2, ВК6, ВК60М и др.

Инструментальные заводы и сами деревообрабатывающие предприятия изготавливают и эксплуатируют преимущественно паяные твердосплавные ножи из сплава

ВК15 или ВК8. Корпус ножа выполняют из легированной конструкционной стали 40Х или 35ХГСА. Недостатки паяных конструкций фрезерных ножей – высокие трудозатраты на изготовление такого ножа и его высокая себестоимость, а также снижение в 2,0–2,5 раза продолжительности суммарного периода стойкости ножа вследствие выгорания связки – кобальта – при высокой температуре пайки (свыше 1000°C).

Вышеизложенное определяет актуальность исследования по решению проблемы значительного повышения уровня стойкости твердосплавных фрезерных ножей. Без решения этой проблемы низка эффективность применения для изготовления дереворежущего инструмента карбида вольфрама – дефицитного и дорогостоящего инструментального материала.

Одно из направлений решения упомянутой проблемы состоит в том, чтобы обеспечить возможность использования для оснащения сборных фрез неперетачиваемых многолезвийных твердосплавных пластин.

Известные зарубежные фирмы [1] широко применяют для оснащения сборных фрез многолезвийные твердосплавные пластины одноразового использования. Они характеризуются повышенной продолжительностью периода стойкости и пониженным отношением стоимости фрезы к продолжительности периода её стойкости, не требуют настройки, обеспечивают высокое качество обработки и возможность перехода на использование твёрдых сплавов более износостойких марок (ВК2 и ВК4), обуславливают упрощение инструментального хозяйства и работы по смене режущих пластин, а также снижение расхода легированной конструкционной стали на изготовление корпусов ножей, позволяют высвободить мощности инструментальных предприятий.

В последнее время при изготовлении мебели широко применяют декоративные элементы с фасонным профилем. Это позволяет значительно расширить ассортимент и повысить эстетичность выпускаемой продукции. Одновременно сокращается расход массивной древесины экзотических пород: фасонные элементы изготавливают из ДСП или МДФ с последующим их облицовыванием синтетическими пленками. Для получения фасонных элементов широко применяют неперетачиваемые фасонные твердосплавные пластины [1].

Режущие свойства деревообрабатывающего инструмента определяются сложным комплексом факторов. К

их числу относят: показатели инструментального материала (химический состав, структуру, микротвёрдость, теплостойкость, теплопроводность, прочность, ударную вязкость, усталостную прочность, коррозиостойкость и стойкость в отношении окисления при повышенных температурах); показатели конструкции инструментов (степень оптимальности формы режущей части, жёсткость, точность изготовления); технологические параметры режима процесса резания (скорость резания, скорость подачи, толщину срезаемого слоя); показатели состояния деревообрабатывающего станка (жёсткость элементов станка и технологической оснастки, виброустойчивость).

Перспективное направление решения проблемы значительного повышения продолжительности периода стойкости дереворежущих инструментов – усовершенствование технологии упрочнения последних нанесением износостойкого покрытия на неперетачиваемые многоглазийные твердосплавные пластины из карбидов, карбонитридов титана и др.

Целесообразность широкого промышленного использования режущих инструментов с износостойкими покрытиями определяется тем, что это обуславливает:

- значительное повышение надёжности и продолжительности периода стойкости дереворежущего инструмента;
- сокращение удельного расхода дорогостоящих инструментальных материалов и остродефицитных элементов (вольфрама, молибдена, тантала, кобальта), нужных для их изготовления;
- улучшение качества обработанной поверхности и точности размеров получаемых деталей, повышение режущей способности неперетачиваемых многоглазийных твердосплавных пластин [2].

Эффект работы по улучшению свойств инструментального материала достигается значительно быстрее, чем эффект приятия других мер по повышению стойкости дереворежущего инструмента. Однако из-за малой изученности и специфики свойств материалов с износостойкими покрытиями они не нашли пока широкого применения при изготовлении дереворежущих инструментов, в частности фрезерного инструмента.

Анализ применяемых инструментальных материалов и конструкций сборных фрез и ножей к ним показал, что наиболее эффективно нанесение износостойких покрытий на неперетачиваемые многоглазийные твердосплавные пластины.

Анализ напряжений в рабочей части ножа с износостойкими покрытиями показал: в покрытии наблюдаются

остаточные напряжения сжатия, частично компенсирующие напряжения растяжения в резце от сил резания. В результате нанесения износостойкого покрытия величина показателя статической прочности материала ножа возрастает в 1,08–1,10 раза, а усталостной прочности – в 2 (самое большое) раза. При толщине покрытия 3–5 мкм величина его показателя прочности максимальна [2].

Для нанесения износостойких покрытий была использована промышленная установка ВУ-1Б, позволяющая наносить такие покрытия по методу конденсации с ионной бомбардировкой (КИБ), – он заключается в обеспечении (путём осуществления электрического разряда в разрежённом реакционноспособном газе) распыления материала катода и последующей конденсации продуктов плазмохимических реакций на инструменты, бомбардируемые при этом ионами распыляемого материала и реакционного газа. В качестве распыляемого материала использовали титан, а в качестве реакционноспособного газа – азот.

Исследовали влияние технологических параметров режима фрезерования ДСП на показатели износа и затупления неперетачиваемых твердосплавных режущих пластин белорусского (марки ВК15) и зарубежного (марки ВК2) производства: с износостойкими покрытиями и без них.

Упомянутые показатели состояния пластин таковы:
уменьшение режущей кромки резца по биссектрисе угла заострения A_μ ;

фаска износа по задней поверхности h_3 ;

радиус округления режущей кромки r .

Ламинированную ДСП плотностью $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ и толщиной $t = 28 \text{ мм}$ фрезеровали на обрабатывающем центре с ЧПУ.

Условия проведения эксперимента

Диаметр окружности резания, мм	125
Частота вращения инструмента, мин ⁻¹	8000
Толщина срезаемого слоя, мм	3
Скорость подачи материала, м/мин	5
Толщина стружки (средняя), мм	0,1
Подача на резец, мм	0,63

Признаком потери режущей способности лезвия считали появление сколов на пласти плиты, облицованной синтетическим шпоном.

При проведении эксперимента были определены величины важного показателя стойкости исследуемых режущих пластин – длины суммарного пути $l_{\text{сум}}$ (м), пройденного резцом в условиях его контактирования с обрабатываемым им материалом:

ВК15 (без упрочнения) – 370;

ВК15 (упрочнение по передней поверхности – TiN) – 400;

ВК15 (упрочнение по задней поверхности – TiN) – 640;

ВК15 (упрочнение по передней поверхности – ZrN) – 500;

ВК15 (упрочнение по задней поверхности – ZrN) – 670;

ВК2 (без упрочнения) – 2600.

Следует отметить: сплав ВК15 белорусского производства (рис. 1) хуже сплава ВК2 зарубежного производства (рис. 2) по однородности элементов структуры сплава. На рис. 3 показана изношенная рабочая поверхность режущей кромки резца при потере её режущей способности (х 500).

Выводы

1. Применение фрезерных ножей с износостойкими

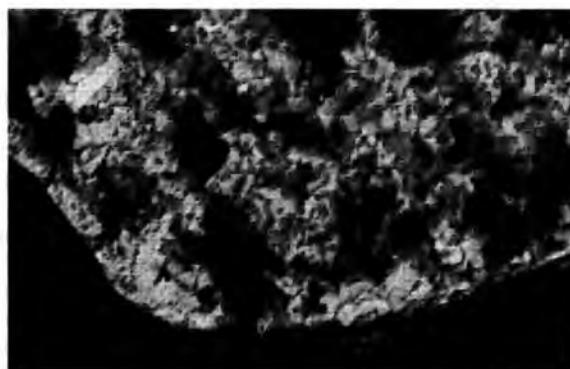


Рис. 1. Микроструктура твёрдого сплава ВК15 (х 2000)

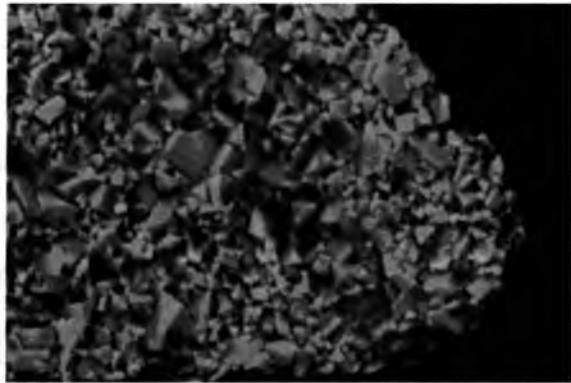


Рис. 2. Микроструктура твёрдого сплава ВК2 (x 5000)

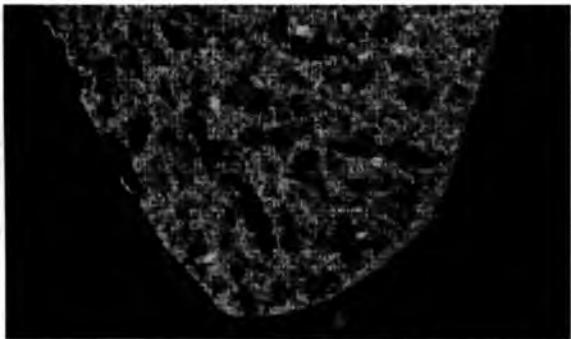


Рис. 3. Вид изношенной рабочей поверхности режущей кромки резца при потере режущей способности (x 500)

УДК 674.817-41:674.055

ТВЕРДОСПЛАВНАЯ КОНЦЕВАЯ ФРЕЗА ДЛЯ ПРОФИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ МДФ

Т. В. Ефимова – Воронежская государственная лесотехническая академия

При профильной обработке поверхности древесноволокнистых плит средней плотности (МДФ) важно не только получение качественной фрезерованной поверхности, но и сохранение режущих свойств инструмента в течение достаточно продолжительного промежутка времени.

Анализ данных по работе известных инструментов и устройств для обработки древесины и древесных материалов показал, что в настоящее время конструкции инструментов ещё не в полной мере отвечают предъявляемым к ним требованиям. Необходимо усовершенствовать конструкции режущего инструмента, или резца – для повышения точности механической обработки поверхностей (что позволяет снизить

объём последующих шлифовальных операций или даже полностью их исключить), уменьшения ворсистости поверхности при фрезеровании (что особенно важно при получении профильных поверхностей), повышения стойкости резца.

Расход энергии при резании, долговечность инструмента и качество обработки материала существенно зависят от угловых параметров режущего инструмента.

Весьма важен задний угол резца: именно износ по задней поверхности обычно определяет степень стойкости и прочности режущего лезвия, так как величина коэффициента трения на задних поверхностях фрезы больше, чем на передних.

От переднего угла резца зависят

средние нормальные контактные напряжения на передней поверхности резца и, следовательно, среднее значение коэффициента трения и угол трения. Последние же два фактора влияют на угол действия сил, от которого зависят угол сдвига и работа при стружкообразовании.

Величину угла заточки (заострения) резца выбирают в зависимости от физико-механических характеристик его материала. Угол заточки влияет на кончик излома абсолютно острого лезвия при его внедрении в материал. Долговечность лезвия тем выше, чем больше его угол заточки [1, 2].

С увеличением заднего угла – при постоянном значении угла резания – уменьшается площадь контакта зад-

покрытиями позволяет экономить дефицитные компоненты инструментальных материалов и получать значительный экономический эффект благодаря возрастанию продолжительности суммарного периода стойкости режущих элементов.

2. Для обеспечения значительного эффекта применения бязвольфрамовых твёрдых сплавов в дереворежущем фрезерном инструменте необходимо на его рабочую поверхность наносить износостойкие покрытия.

3. Стойкость режущих твердосплавных пластин с износостойким покрытием зависит от показателей инструментального материала их рабочей части и обрабатываемого древесного материала. По линейному (в метрах) показателю стойкости твердосплавных ножей при фрезеровании древесностружечных плит твердосплавные пластины ВК15 с износостойким покрытием в 1,5–1,7 раза лучше таких же пластин без покрытия. Нанесение износостойкого покрытия на режущие твердосплавные пластины приводит к значительному (в 1,8–2,0 раза) возрастанию их стойкости при фрезеровании древесины разных пород.

Список литературы

1. Каталоги фирм: Leitz, Leuco, Guhdo, Stehle, Freud, Wolframcarb и др.
2. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986. – 192 с.

ней грани с древесиной, нормальное давление на заднюю грань и силы трения, что обуславливает снижение удельной силы резания. Уменьшение сил трения с ростом заднего угла резца положительно сказывается на уровне показателя гладкости обработанных поверхностей.

Анализ результатов проведённых теоретических исследований и многочисленных экспериментов показывает, что микрогеометрия резца значительно влияет на скорость протекания процесса износа главной режущей кромки и, следовательно, на силовые показатели резания и стойкость резца. Фрезерный дереворежущий инструмент работает при переменных механических напряжениях, многократно меняющихся во времени. Поэтому его режущая кромка разрушается при меньшей величине напряжений, чем в случае статической нагрузки. Периодичность процесса фрезерования характеризуется тем, что величина силы резания в начале дуги контакта равна нулю, а на выходе резца максимальна, затем происходит холостой ход.

Поэтому в данном случае важную роль играет именно степень затупления резца, его износостойкость.

Перед нами стояла задача разработки усовершенствованной фрезы для профильного фрезерования МДФ, обеспечивающей улучшение качества обрабатываемых поверхностей, уменьшение износа инструмента и повышение производительности оборудования.

Нами разработана конструкция твердосплавной концевой фрезы для выборки профилей на поверхности древесных плит, позволяющая улучшить качество обрабатываемых поверхностей: фреза такой конструкции выполняет чистовое фрезерование за один проход, что, кстати, приводит к возрастанию производительности оборудования.

Для изготовления режущих пластин используют вольфрамокарбидный сплав ВК8. Профиль фрез может быть различным.

Основные технические данные твердосплавной концевой фрезы

Диаметр, мм:

фрезы 40

хвостовика 16

Длина, мм:

фрезы 67

хвостовика 30

Предельная частота

вращения, мин ⁻¹	14400
Число резцов, шт	2
Угловые параметры фрезы, град.:	
передний угол (γ)	0
угол заточки (β)	75
задний угол (α)	15

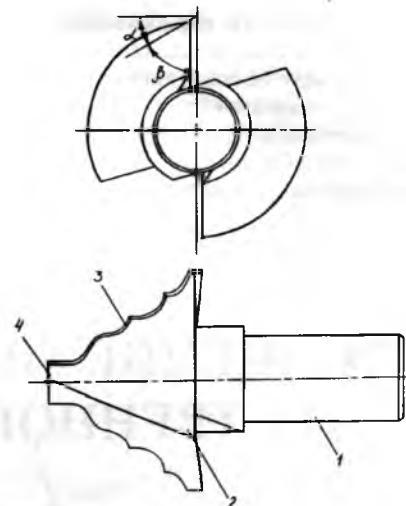
Общий вид фрезы приведён на рисунке. Фреза содержит хвостовик 1 и рабочую часть с корпусом 2, боковыми режущими кромками 3 и торцовыми режущими кромками 4, оснащёнными пластинами из твёрдого сплава. Канавки для схода стружки выполнены перпендикулярно к оси вращения фрезы.

В отношении данной конструкции фрезы нами получен патент на полезную модель № 62059 РФ от 27 марта 2007 г.

Выбор значений угловых параметров основан на результатах проведённых нами теоретических исследований и промышленных опытных обработок.

С уменьшением величины переднего угла силы нормального давления увеличиваются, коэффициент трения уменьшается и улучшается качество обработки. Уменьшение переднего угла приводит к снижению показателя износа резца по задней грани. При увеличении угла заточки режущей части уменьшается показатель её износа, так что долговечность резца прямо пропорциональна β . Значение заднего угла, равное 15 град., считается оптимальным, поскольку при дальнейшем увеличении теряется жёсткость лезвия.

Проведённые нами промышленные опытные обработки показали, что значение показателя шероховатости обработанной поверхности снижается с 60–64 до 18–20 мкм. Высокое качество обработанной поверхности можно считать результатом удара волокон о плоскость резца. В зоне лезвия высока концентрация механической энергии, в результате чего наблюдаются высокие величины давления и значительные величины напряжения в режущей части инструмента. Чем выше концентрация энергии в этой зоне, тем направленнее происходит разрушение обрабатываемого материала, тем более управляем процесс резания и выше качество обработки. Воздействие высокой температуры, возникающей на контактных поверхностях, обуславливает пластификацию поверхности и склеивание волокна



Твердосплавная концевая фреза для обработки древесноволокнистых плит средней плотности

вследствие наличия связующего.

Затупленная фреза (после 8 ч работы) с предложенными нами величинами угловых параметров при обработке значительно поднимает ворс. Отмечаются участки с так называемой "рваной" поверхностью, где резец поднял часть слоя плиты, но не срезал его. Поэтому фрезерованная деталь требует дальнейшей обработки путём шлифования вручную. Возникновение ворса при обработке затупленным резцом может быть обусловлено тем, что при больших величинах угла заточки может значительно увеличиваться первоначальное значение радиуса закругления лезвия, которое даже при вновь заточенном резце уже довольно велико. В связи с этим на показатель шероховатости поверхности оказывает дополнительное влияние притуплённый резец, работающий при сильном сжатии срезаемой стружки.

Предлагаемая конструкция фрезы позволяет не только повысить качество обработки, но и увеличить срок службы фрезы: продолжительность промежутка времени между переточками увеличивается с 3–3,5 до 8 ч.

Выходы

1. При обработке предлагаемой фрезой значение показателя шероховатости поверхности фрезерования не превышает 20 мкм. А при обработке фрезами с другими величинами угловых параметров значение того же показателя составляет 60–64 мкм, что в 3 раза хуже.

2. Значительно снижается показа-

тель ворсистости обработанной поверхности, что позволяет уменьшить объём последующих шлифовальных операций.

3. Возрастает продолжительность срока службы инструмента – из-за увеличения продолжительности

промежутка времени между переточками резца с 3–3,5 до 8 ч.

Список литературы

1. Гришкевич А.А., Клубков А.П., Аникеенко А.Ф. Сборная цилиндрическая фреза с изменяемыми угловыми па-

раметрами для обработки древесины и древесных материалов // Деревообрабатывающая пром-стъ. – 2005. – № 5. – С. 14–16.

2. Дереворежущий инструмент: Каталог / Инжиниринго-консалтинговая группа “Удача ХТ”. – Киев, 2004. – 240 с.

УДК 674.047:658.011.46

УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЁТА СКОРОСТИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АГЕНТА СУШКИ

А.Г. Гороховский, канд. техн. наук – ОАО “УралНИИПДрев”, **Е.Е. Шишкина**, канд. техн. наук – УГЛТУ

Характерное для настоящего времени постоянное повышение тарифов на электроэнергию заставило производственников и исследователей [1] вернуться к использованию для сушки пиломатериалов камер с естественной циркуляцией агента сушки, в которых нет вентиляторов, вследствие чего они потребляют меньше электроэнергии. К другим преимуществам камер этого типа можно отнести:

- простоту конструкции и сравнительно низкую их стоимость;
- более низкую амортизацию и меньшие затраты на их эксплуатацию.

Анализ содержания и результатов ранее проведённых исследований [2, 3, 4, 5] показывает, что вопросы теории процесса естественной циркуляции агента сушки проработаны явно недостаточно.

В основе разработанных методик определения нужных величин соответствующих технологических параметров, в первую очередь скорости естественной циркуляции газа (агента сушки) [2, 4, 6], лежит гидравлическая теория движения газов, разработанная В.Е.Грум-Гржимайло [7].

Согласно [2] процесс циркуляции воздуха (агента сушки) возникает вследствие разности в весе между двумя столбами воздуха: охлаждённого в штабеле и нагретого в калорифере (рис. 1).

Величины создаваемого при этом статического напора ΔP_{ct} ($\text{Н}/\text{м}^2$) определяют по формуле

$$\Delta P_{ct} = Hg \left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{2} \right) \quad (1)$$

где H – высота столба нагретого воздуха, м;
 g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;
 ρ_1 – плотность воздуха, нагретого в калорифере (на входе в штабель), $\text{кг}/\text{м}^3$;
 ρ_2 – плотность воздуха на выходе из штабеля, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Используя формулу (1), Н.С.Селюгин получил следующую формулу [2] для определения величин скорости естественной циркуляции воздуха v_u ($\text{м}/\text{с}$):

$$v_u = \sqrt{\frac{\Delta t H g}{T_1 \xi}}, \quad (2)$$

где Δt – перепад величин температуры воздуха на штабеле, К;
 T_1 – абсолютная температура воздуха на входе в штабель, К;
 ξ – коэффициент сопротивления штабеля движению воздуха.

В [2] есть ряд эмпирических формул и номограмм, позволяющих определять величины ξ для различных случаев сушки.

Таким образом, существующая методика определения величин v_u имеет ряд серьёзных недостатков:

- она не учитывает влияния динамического напора в плоской струе нагретого воздуха над нагревателем;
- она исходит из того, что ξ зависит от параметров штабеля [2], хотя на самом деле этот показатель преимущественно зависит от квадрата v_u ;
- она не руководствуется тем, что при ребровой укладке пиломатериалов [8] требуются не только учёт фактора резкого снижения коэффициентов сопротивления, но и изменение подхода к точному определению их величин.

Динамическая составляющая напора появляется в результате возникновения над источником тепла (калорифером) свободной плоской конвективной струи (рис. 2). Автором теории свободных конвективных струй является Г.Н.Абрамович [9].

В конвективной струе различают три участка: разгонный (ABFE), переходный (BCGF) и основной (DCGH).

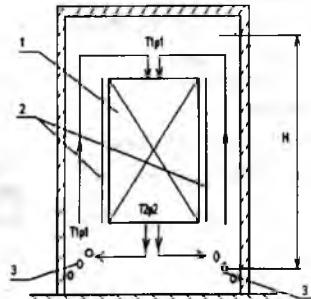


Рис. 1. Схема естественной циркуляции воздуха в лесосушильной камере:

1 – штабель; 2 – экраны; 3 – калориферы

Математическое выражение для определения величин средней скорости струи $v_{\text{ср}}$ (м/с) имеет вид:

$$v_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{gQ}{0,44c\beta\beta_{\Delta}p_1T_1}}, \quad (3)$$

где T_1 – абсолютная температура нагревателя, К;
 c – коэффициент теплоёмкости воздуха, кДж/(кг·К);
 p_1 – плотность окружающего струю воздуха, кг/м³;
 Q – линейная тепловая мощность калорифера, кВт/м;
 β – коэффициент Буссинеска, м·с;
 β_{Δ} – температурный аналог коэффициента Буссинеска, с⁻¹.

В соответствии с [10] величины потери давления воздуха в штабеле $\Delta P_{\text{шт}} = \Delta P_{\text{дин}}$ (Н/м²) определяют по формуле

$$\Delta P_{\text{шт}} = \lambda S_{\text{шт}} \frac{h_{\text{шт}} \rho v_{\text{ср}}^2}{2d_{\text{шт}}}, \quad (4)$$

где $h_{\text{шт}}$ – высота штабеля, м;
 $S_{\text{шт}}$ – суммарная площадь воздушных каналов штабеля, м² ($S_{\text{шт}} = \frac{bB_{\text{шт}}L_{\text{шт}}}{S_d + b}$);

$B_{\text{шт}}, L_{\text{шт}}$ – соответственно ширина и длина штабеля, м;

S_d – толщина доски, м;

b – толщина прокладки, м;

$$d_{\text{шт}} = \frac{2ab}{a+b};$$

a – расстояние между прокладками, м;

λ – коэффициент сопротивления трения;

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Процесс циркуляции воздуха в установленном режиме можно описать следующим уравнением баланса:

$$\sum D_i = \Delta D_{\text{шт}} + \Delta D_{\text{аэ}}, \quad (5)$$

где $\sum D_i$ – суммарные потери напора, Н/м².

С учётом (1), (2), (3), (4) и (5) получаем следующую формулу для вычисления $v_{\text{ср}}$ (м/с):

$$v_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{S_k \left(Hg \frac{\rho_2 - \rho_1}{2} + \sqrt{\frac{g^2 Q^2 (\rho_1 + \rho_2)^3}{12,4 \beta^2 \beta_{\Delta}^2 c^2 \rho_1^2 T_1^2}} \right)}{S_{\text{шт}} \left(\frac{\rho_1 + \rho_2}{4} + \frac{\lambda \rho_1 h_{\text{шт}}}{2d_{\text{шт}}} \right)}}. \quad (6)$$

Если $\rho_1 = 0,878$ кг/м³, $\rho_2 = 0,909$ кг/м³, $T_1 = 353$ К, $H = 3$ м, $g = 9,81$ м/с², $Q = 10$ кВт/м, $c = 1$ кДж/(кг·К), $h_{\text{шт}} = 2,5$ м, $\lambda = 0,032$, $\beta = 1,56$ м·с, $\beta_{\Delta} = 1,36$ с⁻¹, $d_{\text{шт}} = 0,049$ м, $S_k = 6$ м² (значения $S_{\text{шт}}$ принимаем по [2]), то получаем следующие величины $v_{\text{ср}}$ (см. таблицу).

Анализ данных таблицы показывает, что при выбранной конструкции штабеля [8] величина скорости естественной циркуляции воздуха:

– значительно больше 0,2 м/с (эта величина обычно приводится в литературе);

– определяется главным образом толщиной высушиваемых пиломатериалов (при постоянной толщине прокладок и постоянной величине линейной мощности нагревателя).

Толщина доски, мм	19	22	25	32	40	50	60	75
Скорость циркуляции воздуха, м/с	0,717	0,742	0,761	0,813	0,878	0,926	1,004	1,076

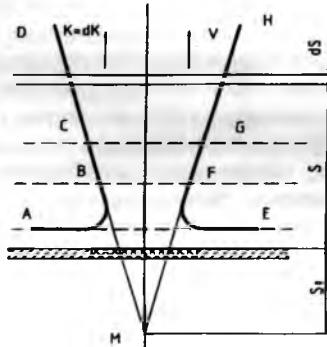


Рис. 2. Схема свободной конвективной струи

Вывод

Разработана методика расчёта скорости естественной циркуляции воздуха как агента сушки с учётом статической и динамической составляющих теплового напора, а также с учётом влияния параметров штабеля пиломатериалов на коэффициент аэродинамического сопротивления последнего.

Список литературы

- Шишкина Е.Е. Сушка пиломатериалов в камерах малой мощности с естественной циркуляцией воздуха: Автореф. дис. ... канд. техн. наук – СПб: СПбГЛТА им. С.М.Кирова. – 2006.
- Селюгин Н.С. Сушка древесины. – М. – Л.: Гослесбумиздат, 1949.
- Кречетов Н.В. Сушка древесины. – М. – Л.: Гослесбумиздат. – 1949.
- Андронова Н.А. Сушка и сушила для дерева. – М.: ОНТИ. – 1936.
- Грум-Гржимайло В.Е. Основы правильной конструкции сушил // Изв. Горного ин-та (Свердловск). – 1920. – Вып. 7.
- Альтшулер И.С. Расчёт сушильных камер для древесины. – М.: Гослесбумиздат. – 1953.
- Бардин И.П., Грум-Гржимайло В.Е. Элементарная теория построения металлургических печей. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1949.
- Агапов В.П., Гороховский А.Г. Устройство для сушки пиломатериалов: Патент РФ на полезную модель № 37815 от 10.05.2004.
- Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Физматиздат, 1960.
- Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. – М.: Стройиздат, 1979.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

А.Е.Алексеев, д-р техн. наук – АГТУ, **О.И.Бедердинова**, канд. техн. наук – Севмашвтуз (филиал Санкт-Петербургского морского технического университета)

При проектировании нового или реконструкции существующего лесопильного предприятия важна задача выбора оптимального проектного решения, т.е. определения наиболее эффективного варианта технологии, машин и оборудования, обеспечивающего максимально возможный рост социально-экономической эффективности производства. В настоящее время темпы экономического развития определяются уровнем применяемой технологии и темпами её обновления. Однако для определения величины показателя эффективности необходим экономический механизм, позволяющий практически реализовать новые научно-технические решения на всех уровнях. Поэтому в существующих условиях рыночной экономики весьма актуальна задача разработки модели оценки инноваций при проектировании или реконструкции участков лесопильного производства, позволяющей точно определять величины упомянутого показателя при минимальных затратах труда и времени.

Анализ структуры себестоимости пиломатериалов, изготавляемых средним лесопильным предприятием (годовой объём распиливаемого сырья составляет 60–150 тыс.м³) показал: стоимость пиловочника составляет более 60% величины себестоимости пиломатериалов; заработная плата производственных рабочих и единий социальный налог составляют около 16% себестоимости; расходы на теплоэнергию и услуги вспомогательных цехов (автотранспортного, ремонтно-механического и упаковочного) составляют 11% себестоимости. Относительная доля нематериальных затрат – 6,5%.

Важное значение при определении экономической эффективности лесопильного производства имеют его производительность, энергооружённость, фондооружённость труда в стоимостном выражении и специфические отраслевые показатели: степень комплексного использования сырья, уровень механизации и автоматизации производства, материалоёмкость продукции и др.

Так как объём инвестиций, снижение материальных и трудовых затрат, а также экономический эффект прямо пропорциональны объёму внедрения новых технологических процессов и оборудования, то задача авторов состояла в разработке линейной статической экономико-математической модели. В качестве критерия оптимизации в модели принято снижение затрат живого труда на единицу продукции.

Ведущую роль в лесопильном производстве играет лесопильный участок: от его показателей зависят все основные показатели производства – остальные участки последнего вспомогательны, хотя и достаточно значимы. При разработке модели необходимо учитывать все возможные технологии обработки пиловочника и их

влияние на последующие технологические операции.

Важная особенность лесопильного оборудования – зависимость его технико-экономических показателей от показателей сырья и пилопродукции. Показатели пиловочника влияют не только на производительность оборудования, но и на затраты на его обработку, коэффициент выхода пилопродукции и другие показатели. Однако никаких методик, позволяющих учитывать эти зависимости в целом, в настоящее время не существует.

Разработанная экономико-математическая модель учитывает почти все операции технологического процесса изготовления пиломатериалов – от поступления пиловочника на лесопильный участок до торцевания сырых пиломатериалов (перед сортированием последних по сечениям). Учёт вторичного сырья (попутной продукции) в модели осуществляют по общепринятым методикам. В модели предусмотрены ограничения по ресурсам (лимиты инвестиций, норма экономии материалов, сроки оккупаемости), по объёмам производства (объём внедрения технических новшеств не может превышать объёмов переработки сырья и производства продукции) и взаимозависимые ограничения.

На основании вышеизложенного экономико-математическая модель для определения величины показателя эффективности предварительно спроектированного лесопильного участка Π_3 охватывает следующие коэффициенты: капитальных затрат K (руб./м³), трудозатрат T (руб./м³), стоимости материалов (энергии) на переработку E (руб./м³), стоимости сырья C_{nc} (руб./м³), стоимости пиломатериалов C_{pm} (руб./м³), стоимости технологической щепы $C_{ш}$ (руб./м³), стоимости опилок C_o (руб./м³), выхода пиломатериалов q_{pm} и щепы $q_{ш}$, объёма образования опилок q_o и распила q_p – величины Π_3 вычисляют по формуле

$$\Pi_3 = 1 - \frac{C_{nc} + C_{nc} q_p + K + T + E}{C_{pm} q_{pm} + C_{ш} q_{ш} + C_o q_o} \rightarrow 1, \text{ или } 100\%.$$

Порядок применения модели рассмотрим на примере лесопильного потока на базе лесопильной рамы, в котором необходимо заменить лесопильную раму II ряда. Были сопоставлены 7 вариантов технического содержания реконструкции лесопильного участка. 1-й вариант состоит в том, что лесопильный участок комплектуют лесопильной рамой I ряда, лесопильной рамой II ряда и двухпильным обрезным станком, 2-й – лесопильной рамой I ряда, многопильным круглопильным станком и двухпильным обрезным станком, 3-й – головным фрезернобрусующим станком, фрезернобрусующим станком II ряда, двухпильным обрезным станком, 4-й – го-

ловным фрезернобрусующим станком, лесопильной рамой II ряда, двухпильным обрезным станком, 5-й – головным многопильным круглопильным станком, многопильным круглопильным и двухпильным обрезным станком, 6-й – головным многопильным ленточнопильным станком, многопильным круглопильным и двухпильным обрезным станком. 7-й вариант состоит в том, что применяется комбинированная фрезернопильная линия типа ЛАПБ-2.

Исходные данные – по вариантам – таковы: величины K составляют 40; 25; 35; 40; 30; 40; 50 руб./ m^3 , T – 20; 15; 15; 15; 10; 10; 10 чел.-ч/ m^3 , E – 25; 20; 30; 20; 15; 20; 25 руб./ m^3 ; для всех вариантов величина $C_{\text{п}}$ равна 1300, $C_{\text{пп}}$ – 3900, $C_{\text{ш}}$ – 1300, $C_{\text{о}}$ – 260 руб./ m^3 ; величины $q_{\text{пп}}$ составляют 0,60; 0,60; 0,50; 0,50; 0,60; 0,55; 0,45, $q_{\text{ш}}$ – 0,25; 0,25; 0,35; 0,25; 0,25; 0,25; 0,30, $q_{\text{о}}$ – 0,15; 0,15; 0,15; 0,25; 0,15; 0,20; 0,25, величина q_p равна 0 для всех вариантов.

Результаты расчёта по разработанной модели показывают, что предпочтительны 2-й (величина Π_2 равна 0,497, или 49,7%) и 5-й (величина Π_5 равна 0,499, или 49,9%) варианты технического содержания реконструкции имеющегося лесопильного участка.

Если величина годового объёма распиловки составляет 100 тыс. m^3 , то 2-й вариант характеризуется обеспечиваемой им величиной условной годовой прибыли, равной 1,344 млн.руб., а 5-й – 1,349 млн.руб.

Заключение

Разработанная экономико-математическая модель лесопильного участка позволяет определять величину показателя эффективности предварительно спроектиро-

ванного лесопильного участка нового лесопильного производства, а также величину показателя эффективности виртуального участка после виртуального проведения предварительно спроектированной реконструкции лесопильного участка имеющегося лесопильного производства.

Следовательно, модель обеспечивает возможность сопоставлять различные варианты технологического и технического оснащения лесопильного участка вновь проектируемого лесопильного производства, а также различные варианты технологического и технического содержания работы по реконструкции лесопильного участка имеющегося лесопильного производства – по результатам такого сопоставления можно точно выбрать (уже на стадии предпроектной подготовки) наиболее эффективное проектное решение.

Применение разработанной экономико-математической модели лесопильного участка будет способствовать обеспечению максимальной величины показателя эффективности вновь проектируемых лесопильных производств, а также реконструируемых лесопильных потоков.

Список литературы

1. Барютин Л.С. Управление техническими нововведениями в промышленности. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1986.
2. Дьяконов А.А., Сумароков А.М., Шатилов Б.А. Интенсификация лесопильного производства. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 168 с.
3. Абрамов М.А., Степанцов М.В. Комплексный подход к анализу работы новой техники // Экспресс-инф. – М.: ВНИПИ-ЭИлеспром. – 1984. – Вып. 7.

УДК 684.4.059.1

АЭРОИОНИЗАЦИОННЫЙ СПОСОБ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ, ОБРАЗОВАННЫХ ВОДНЫМИ ЛАКАМИ

М. В. Газеев, И. В. Жданова, А. В. Старцев – Уральский государственный лесотехнический университет

В настоящее время постоянно расширяется использование водно-дисперсионных лакокрасочных материалов (ЛКМ). Это перспективные материалы – и с экологической, и с технологической, и с экономической точки зрения. Лакокрасочные покрытия (ЛКП), образованные водно-дисперсионными ЛКМ, по комплексу своих показателей не уступают покрытиям из традиционных ЛКМ на органических растворителях, а по отдельным показателям значительно превосходят их. Такие ЛКП характеризуются стабильно высокими в

течение длительного периода эксплуатации – физико-механическими свойствами и высокой стойкостью к воздействию кислых и щелочных моющих средств [1]. Недостаток водно-дисперсионных ЛКМ – значительная продолжительность отверждения образуемого ими покрытия из-за низкой скорости испарения воды.

Комплексный физико-химический процесс отверждения ЛКП, нанесённых с использованием водно-дисперсионных ЛКМ, состоит в испарении воды и в окислительной полимериза-

ции плёнкообразователя (дисперсной фазы нанесённого ЛКП). Первоначально в процессе плёнкообразования удаляется дисперсионная среда (вода). Внешние признаки протекания этого процесса – уменьшение объёма и оптической плотности плёнок. Выделяют четыре стадии процесса превращения водной дисперсной системы (ВДС) в плёнку (рис. 1).

В течение первой стадии полимерные частицы ВДС сближаются между собой (рис. 1, а), а в течение второй – при контакте друг с другом образуют гель (рис. 1, б). Во время вто-

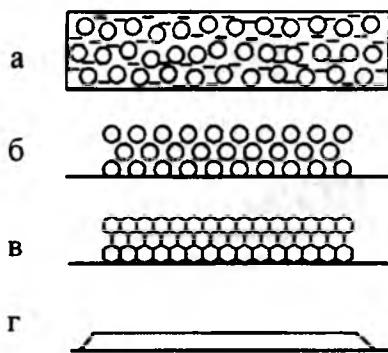


Рис. 1. Стадии процесса пленкообразования:

а - сближение полимерных частиц водной дисперсной системы; б - образование геля; в - деформирования частиц; г - образования сплошной пленки

рой стадии резко повышается вязкость материала, величина массового содержания жидкой фазы не превышает 30%, а процесс носит обратимый характер, так как при этом величина скорости испарения воды примерно постоянна и близка к величине скорости её испарения со свободной поверхности. В течение третьей стадии (рис. 1, в) при дальнейшем испарении воды из пленки происходят деформирования частиц (вследствие капиллярного давления и поверхностного натяжения), а также формирование так называемой "псевдопленки" (в результате протекания реакции окислительной полимеризации пленкообразователя). Во время четвёртой стадии полимерные цепи диффундируют через границы соприкосновения частиц, в результате чего межфазная граница ликвидируется, т.е. полимерные частицы сливаются, образуя сплошную пленку (рис. 1, г).

Операция по отверждению ЛКП, нанесённых на изделия из древесины, характеризуется сравнительно большой продолжительностью периода её выполнения. Для обеспечения возможности сокращения величины этого технологического параметра применяют различные способы интенсификации, или ускорения соответствующего физико-химического процесса: конвективный, радиационно-химический, терморадиационный и др. Основные недостатки всех этих способов таковы: при их применении значительны расход электроэнергии и потребность в производственных площадях, а также необходимы специальные изолированные камеры и специальные

ЛКМ [2]. В связи с изложенным весьма актуальны работы по созданию новых способов интенсификации комплексного физико-химического процесса отверждения ЛКП, позволяющих значительно сократить продолжительность отверждения и уменьшить расход потребляемой энергии.

Поскольку инициатором вышеупомянутой реакции полимеризации пленкообразователя является кислород (он взаимодействует с мономерами пленкообразователя), то эту реакцию можно интенсифицировать путём осуществления искусственной ионизации воздуха [3, 4], или аэроионизации – посредством электроэффлювиального устройства (состоящего из генератора высокого напряжения постоянного тока, умножителя напряжения и электроэффлювиального излучателя), которое обеспечивает образование отрицательно заряженных кислородных аэроионов, или кислородных аэроанионов.

К электроэффлювиальному излучателю (ЭЭИ) прикладывают высокое электрическое напряжение, в результате чего возникает постоянное электрическое поле. При обеспечении такого значения напряжения на ЭЭИ, которое равно известному критическому значению этого параметра, происходит эффлюиум, или стекание электронов с каждого острия ЭЭИ и, как следствие, электрический разряд, обусловленный ударной ионизацией воздуха. Молекула кислорода воздуха легко присоединяет к себе один или два свободных электрона, превращаясь в кислородный аэроанион.

Кислородные аэроанионы, реагируя с мономерами ЛКМ, ускоряют процесс разрыва двойных связей, что приводит к ускорению реакции полимеризации. В результате образуются первичные радикалы, которые взаимодействуют с мономерами, обеспечивая формирование пространственно сшитого полимера. Так происходит формирование твёрдого покрытия.

Одновременно с окислительной полимеризацией в ВДС протекают – под действием постоянного электрического поля – электрохимические процессы. На границе раздела между фазой "древесина" и фазой "ЛКМ" происходит образование двойного электрического слоя диффузного строения, что обусловлено существованием на упомянутой гра-

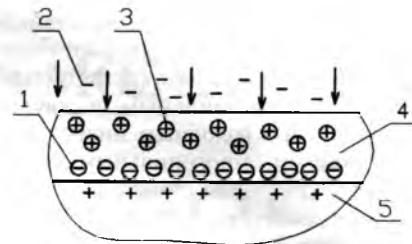


Рис. 2. Агенты физического процесса электроосмоса:

1 - кислородные аэроанионы; 2 - молекулы растворителя (воды); 3 - частицы дисперсной фазы (пленкообразователя); 4 - дисперсионная среда (вода), характеризующаяся большой величиной диэлектрической проницаемости, заряжается положительно, а дисперсная фаза (частицы ЛКМ) – отрицательно. Внешнее электрическое поле вызывает смещение одного ионного слоя по отношению к другому, что приводит к относительному перемещению фаз, т.е. к электроосмосу [5, 6]. Молекулы воды концентрируются у поверхности фазы "ЛКМ", а дисперсная фаза притягивается к границе раздела между фазой "древесина" и фазой "ЛКМ". В процессе электроосмоса вода покидает покрытие и образуется плотная пленка (рис. 2).

Для подтверждения и обоснования предложенной теории в лаборатории кафедры механической обработки древесины УГЛТУ исследовано влияние электроэффлювиального устройства (ЭЭУ) на протекание комплексного физико-химического процесса отверждения ЛКП, нанесённых – на стеклянные подложки – с использованием водно-дисперсионных ЛКМ.

В ходе проведения эксперимента определяли продолжительность испарения воды в естественных условиях, а также в условиях с применением ЭЭУ. Опыты проводили при разных значениях электрического напряжения, напряжённости электрического поля и расстояния между поверхностью воды и ЭЭИ. При проведении эксперимента воду наливали в чашку Петри, которую устанавливали в ЭЭУ. По результатам проведения эксперимента построены графики временной зависимости

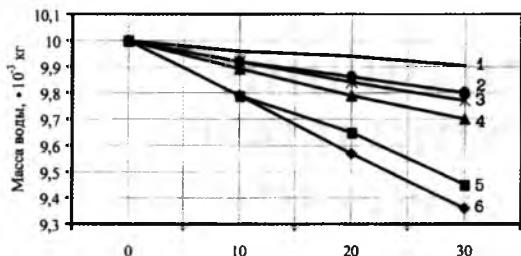


Рис. 3. Графики временной зависимости массы испаряемой воды, определяемые следующими условиями проведения соответствующего эксперимента:

1 – естественные условия; 2 – 12000 В, 1 м (6000 В/м); 3 – 12000 В, 0,5 м (45000 В/м); 4 – 24000 В, 0,5 м (90000 В/м); 5 – 12000 В, 0,2 м (более 100000 В/м); 6 – 24000 В, 0,2 м (более 100000 В/м)

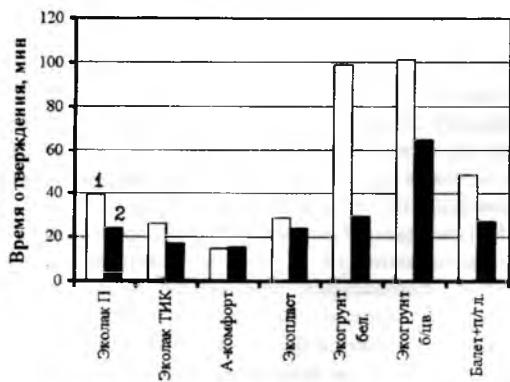


Рис. 4. Продолжительность отверждения ЛКП:
1 – в естественных условиях; 2 – в условиях с применением ЭЭУ

массы испаряемой воды (рис. 3), анализ которых показывает: при испарении воды в естественных условиях продолжительность испарения больше, чем при испарении в условиях с применением ЭЭУ. Так что можно сделать вывод: приложение постоянного электрического поля обуславливает ускорение процесса

продолжительности отверждения таких же покрытий в естественных условиях.

Выводы

Результаты проведённых авторами экспериментов подтверждают целесообразность применения ЭЭУ для ускорения процесса отверждения

испарения воды, причём при уменьшении расстояния между поверхностью воды и ЭЭИ испарение воды происходит быстрее – из-за увеличения напряжённости электрического поля вблизи ЭЭИ.

Также были проведены эксперименты по отверждению ЛКП, нанесённых (с применением типового режима выполнения этой технологической операции) – на стеклянные подложки – с использованием водно-дисперсионных ЛКМ (производства ЗАО “Эм лак Урал”), в условиях с применением ЭЭУ, а также в естественных условиях. Были опробованы следующие ЛКМ: лаки “Эколак П”, “Эколак тик” и “Балет + п/гл”; краски “А-комфорт”, “Экопласт”, грунтовка “Экогрунт”. По результатам проведённых экспериментов построена диаграмма (рис. 4), анализ которой показывает: продолжительность отверждения покрытий под действием ЭЭУ меньше (в среднем в 1,7 раза)

ЛКП, нанесённых с использованием водно-дисперсионных ЛКМ. Большая величина напряжённости постоянного электрического поля вблизи ЭЭИ обуславливает ускорение процесса испарения растворителя из ЛКП, а наличие кислородных аэроанионов – процесса окислительной полимеризации. ЭЭУ характеризуется малым потреблением электроэнергии и оказывает положительное воздействие на здоровье человека. Предлагаемый способ обеспечивает возможность интенсификации процесса отверждения ЛКП, образованных водно-дисперсионными и другими ЛКМ, характеризующимися тем, что при их использовании плёнкообразование происходит в результате окислительной полимеризации дисперсной фазы нанесённых ЛКП.

Список литературы

1. Верхоланцев В.В. Водные краски на основе синтетических полимеров. – Л.: Химия, 1968. – 200 с.
2. Онегин В.И. Формироование лакокрасочных покрытий древесины / Под ред. А.А.Леоновича. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 148 с.
3. Чижевский А.Л. Аэроионы и жизнь. Беседы с Циолковским. – М.: Мысль, 1999. – 716 с.
4. Скипетров В.П., Беспалов Н.Н., Зорькина А.В. Феномен живого воздуха: Монография. – Саранск: СВМО, 2003. – 93 с.
5. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия: Учебник для вузов. – М.: АГАР, 2001. – 320 с.
6. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: Учебник для вузов. – 3-е изд. – М.: ООО “ТИД “Альянс”, 2004. – 464 с.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Напоминаем, что подписная кампания проводится 2 раза в год (по полугодию).

В розничную продажу наш журнал не поступает, в год выходит 6 номеров; индекс журнала по каталогу газет и журналов Агентства «Роспечать» – 70243.

Если вы не успели оформить подписку с января, это можно сделать с любого месяца.

НАХОЖДЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СТЕПЕНИ НАСЫЩЕННОСТИ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА ПРИ СУШКЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ КАМЕРАХ

А.Н. Чернышёв, канд. техн. наук – Воронежская государственная лесотехническая академия

На кафедре механической технологии древесины ВГЛТА в течение ряда лет под руководством проф. А.А.Филонова проводятся исследования по определению оптимальных режимов сушки пиломатериалов в непаровых сушильных камерах (в частности, аэродинамических) без искусственного увлажнения агента сушки.

Ранее уже были опубликованы результаты аналогичных исследований в отношении начального этапа сушки [1]. Так что в данной работе авторы должны были уст-

новить безопасные значения степени насыщенности сушильного агента ϕ на последующих этапах и определить влияние на них толщины сортимента, породы древесины (дуба и сосны), начальной и переходной влажности сушильного агента.

При выполнении работы систематически проводили перебор вариантов по методу Парито на основе разработанной математической модели процесса сушки [2]. Для этого вначале по известным величинам параметров режима проведения 1-го этапа процесса рассчитывали распределения влажности и напряжений в материале на этом этапе. Когда средняя влажность стала равна заданной переходной влажности W_{n1} , начинается работа по расчёту величин параметров режима проведения 2-го этапа процесса и по определению безопасного значения ϕ на этом этапе (обозначим его $\phi_{\delta2}$). Характер влияния толщины, а также первой и второй переходной влажности на безопасное значение ϕ всех трёх категорий качества представлен посредством графиков рис. 1–4.

Анализ результатов упомянутой работы показал: $\phi_{\delta2}$ не зависит от начальной влажности сортимента W_0 – оно зависит лишь от толщины сортимента и от первой переходной влажности W_{n1} . Уменьшение W_{n1} обусловливает снижение $\phi_{\delta2}$. Это можно объяснить следующим: чем позже начинается второй этап процесса сушки, тем больше снижаются растягивающие напряжения в поверхностной зоне сортимента в конце первого этапа, что позволяет уменьшить величину степени насыщенности сушильного агента на втором этапе при сохранении целостности древесины.

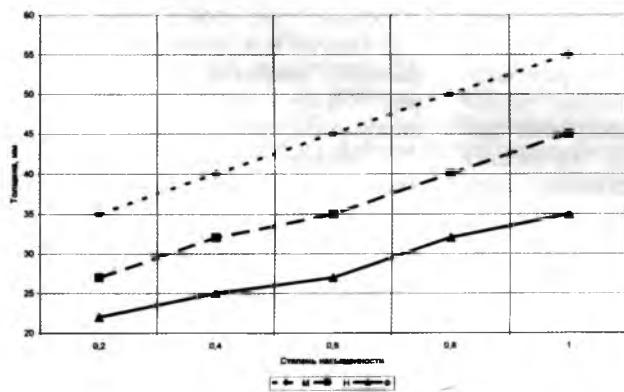


Рис. 1. Графики зависимости безопасного значения степени насыщенности сушильного агента ϕ_{δ} при проведении 2-го этапа процесса сушки дубовых пиломатериалов от толщины сортимента – при различных величинах температуры сушильного агента $t_{\text{с.а.}}$

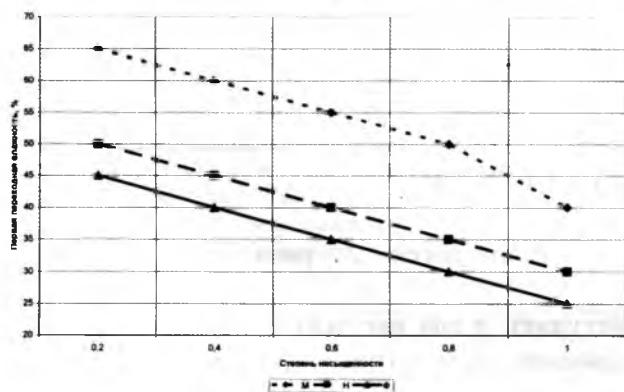


Рис. 2. Графики зависимости ϕ_{δ} при проведении 2-го этапа процесса сушки сосновых пиломатериалов от первой переходной влажности сортимента – при различных величинах $t_{\text{с.а.}}$

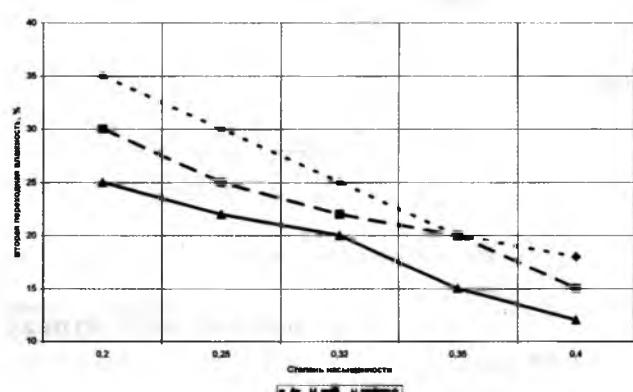


Рис. 3. Графики зависимости ϕ_{δ} при проведении 3-го этапа процесса сушки сосновых пиломатериалов от второй переходной влажности сортимента – при различных величинах $t_{\text{с.а.}}$

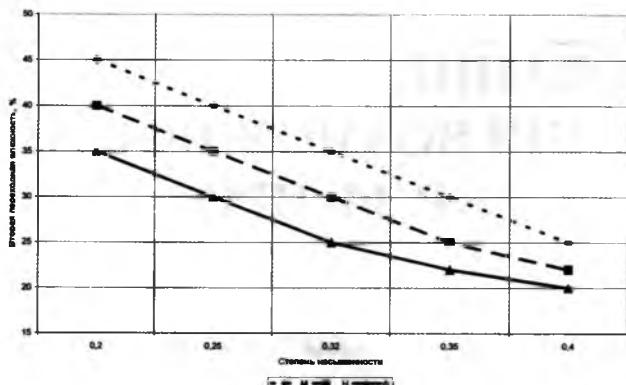


Рис. 4. Графики зависимости Φ_{δ} при проведении 3-го этапа процесса сушки дубовых пиломатериалов от второй переходной влажности сортимента – при различных величинах $t_{e.s.}$

Когда средняя влажность стала равна заданной второй переходной влажности W_{n2} , начинается работа по расчёту величин параметров режима проведения 3-го этапа процесса сушки и по определению безопасного значения Φ на этом этапе (обозначим его Φ_{δ_3}).

Анализ результатов последней работы показал: Φ_{δ_3} не зависит от начальной влажности сортимента W_n и первой переходной влажности W_{n1} – оно зависит лишь от толщины сортимента и от второй переходной влажности W_{n2} .

Величины остальных параметров режимов проведения рассматриваемых этапов процессов сушки были установлены расчёты путём по известным значениям температуры на каждом этапе – с учётом того, что наиболее неблагоприятная для сушки начальная влажность составляет 60–70%.

По результатам расчётов определены (для каждого этапа) наилучшие сочетания величины степени насыщенности сушильного агента и переходной влажности – сочетания, при которых целостность древесины во время сушки не нарушается, а скорость процесса сушки при этом достаточно высока. Путём проведения исследований с использованием промышленных аэродинамических камер авторами установлено, что показатель равномерности нагрева не оказывает существенного влияния на ход процесса. Для обеспечения достаточно высокой интенсивности и нужного уровня качества процесса сушки в целом необходимо обеспечить неравномерные распределения величин температуры и влажности внутри материала (величина каждого из этих показателей должна уменьшаться при движении точки замера от центральной части сортимента к его поверхности, т.е. градиент каждого из названных показателей должен быть положителен), а также по возможности сблизить величину скорости испарения влаги с поверхности высушиваемого материала и величину скорости её перемещения из центральных зон материала к его периферийным зонам.

Для обеспечения высокого качества высушенного пиломатериала, достаточно высокой интенсивности процесса сушки и снижения расхода электрической энергии процесс осуществляют следующим образом. Первый

этап процесса (когда интенсивно сохнут поверхностные слои, а влажность внутренних слоёв очень высока) ведут по более жёсткому режиму и при открытых шиберах. Второй (когда равновесная влажность высушиваемого пиломатериала приближается к 50–40%) – с прикрытыми выпускными шибераами при более низкой температуре, более высокой степени насыщенности агента сушки. В этот период происходит удаление влаги с постоянной скоростью, однако с уменьшением ядра влажности внутренний влагоперенос всё более отстает от внешнего влагообмена. Поэтому для обеспечения положительного (направленного от центральной части сортимента к его поверхности) температурного градиента и положительного градиента влажности снижают температуру сушильного агента – при этом наружные слои древесины из-за испарения влаги и снижения температуры окружающей среды остывают, а её внутренние, влажные, слои из-за сравнительно большой теплоёмкости воды остаются более нагретыми.

Такой режим поддерживают до наступления того момента, когда равновесная влажность древесины стала равной пределу гигроскопичности. При этом в материале остаётся максимально возможное количество связанных влаги, которая труднее поддаётся сушке. Для удаления такой влаги сушку проводят с увеличением – по этапам – температуры сушильного агента и снижением его степени насыщенности. Для приближения скорости испарения влаги с поверхности к скорости её перемещения из внутренней зоны сортимента к его наружным зонам почти совсем закрывают выпускные шибера и держат их в таком состоянии вплоть до того момента, когда равновесная влажность высушиваемого пиломатериала стала равной 20–15%. После этого полностью открывают шибера, значительно повышают температуру и снижают степень насыщенности сушильного агента до достижения материалом конечной влажности.

Выводы

1. Определены безопасные значения степени насыщенности сушильного агента при проведении последних этапов процессов сушки пиломатериалов в аэродинамических камерах.

2. На основе результатов проведённого анализа установлено: процессы сушки пиломатериалов горячим воздухом в аэродинамических камерах необходимо осуществлять по 4-этапным режимам с параболически изменяющейся жёсткостью горячего воздуха (сушильного агента) с соблюдением следующего условия: величина жёсткости сушильного агента Φ при проведении 1-го этапа процесса сушки больше величины Φ при проведении 2-го этапа, которая меньше величины Φ при проведении 3-го этапа, а последняя величина меньше величины Φ при проведении 4-го этапа.

Список литературы

- Филюнов А.А., Чернышёв А.Н. Анализ напряжений, возникающих в пиломатериалах на начальном этапе аэродинамической сушки // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2006. – № 4. – С. 17–20.
- Шубин Г.С. Физические основы и расчёт процессов сушки древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1973. – 248 с.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ОПРОБОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕАГЕНТА ОКР-4Ф ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФАНЕРЫ

Д.А.Подозеров, Ю.А.Подозерова, А.Г.Шуляев, В.Ю.Соколов – ООО “Пермский фанерный комбинат”, **С.В.Хуршудова** – ООО “Феникс ДМХ”

В течение последних 9 лет производство фанеры в России постоянно увеличивается – в связи с ростом спроса на фанеру со стороны строительства, с сокращением экспорта из России сырья для производства фанеры, а также с введением ограничений на вырубку лесов в Юго-Восточной Азии (регионе – основном мировом поставщике этого материала). Для обеспечения возможности необходимого увеличения годового объема выпуска фанеры её производителям приходится проводить переоснащение существующих производств (в том числе замену оборудования, установленного еще до 1990 г.), что отрицательно сказывается на себестоимости продукции [1].

Поэтому работы по поиску путей снижения себестоимости фанеры не только актуальны, но и перспективны. Одно из целесообразных направлений – исследование возможности снижения стоимости связующего, используемого в производстве фанеры, – смеси на основе фенолоформальдегидной (ФФС) или карбамидоформальдегидной (КФС) смолы.

ООО “Пермский фанерный комбинат” (один из лидеров фанерного производства России) совместно с фирмой ООО “Феникс ДМХ” в 2005 г. начал исследовать возможность частичной замены смолы СФЖ-3013 окисленным крахмальным реагентом ОКР-4Ф (разработанным ООО “Феникс ДМХ” [2–4]), который почти в 2 раза дешевле упомянутой смолы. Это позволяет значительно уменьшить себестоимость продукции без проведения модернизации существующего производства.

В лаборатории комбината при изготовлении образцов трёхслойной берёзовой фанеры были опробованы следующие величины относительно-

го массового содержания $C_{m,o}$ реагента ОКР-4Ф в связующем на основе смолы СФЖ-3013: 0; 5; 10; 20; 50%.

Изготовленные лабораторные образцы были испытаны в отношении показателя “Предел прочности фанеры при скалывании по клеевому слою после кипячения в воде в течение 1 ч” – результаты испытаний приведены в табл. 1. Сопоставление полученных результатов с требуемой (по соответствующему стандарту) величиной того же показателя фанеры позволило сделать следующий вывод: даже при столь большой величине $C_{m,o}$ реагента ОКР-4Ф в связующем, как 50%, фактическая величина рассматриваемого показателя прочности лабораторных образцов фанеры больше требуемой величины.

Полученные данные позволили авторам рекомендовать провести промышленное опробование связующего, содержащего 80% смолы СФЖ-3013 и 20% ОКР-4Ф. В ходе производственных испытаний, которые проводили с июня 2005 г. до мая 2007 г., была определена оптимальная рецептура клеевой смеси и был разработан специальный жидкий загуститель, позволяющий снизить расход древесной муки.

В период март–апрель 2007 г., переработав две партии окисленного крахмала (по 66 т каждая), изготовлены

ли около 5000 м³ берёзовой фанеры разной толщины (от 4 до 30 мм) – при этом масса вводимого в клеевую смесь реагента ОКР-4Ф составляла 20% массы вводимой смолы, а величины технологических параметров режима проведения процесса изготовления фанеры не менялись и соответствовали регламентным.

Полученные в производственных условиях опытные образцы фанеры были испытаны в лаборатории Московского государственного университета леса (МГУЛеса) и в лаборатории Центрального научно-исследовательского института фанеры (ЦНИИФа, г. Санкт-Петербург) в отношении показателя “Предел прочности фанеры при скалывании по клеевому слою после кипячения в воде в течение 6 ч”. Разброс по образцам, выявленный в МГУЛеса, составляет 1,57–1,68 МПа, а величины упомянутого показателя, определённые в ЦНИИФе, приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 показывает следующее. Опытные образцы фанеры, изготовленные с использованием более экономичного связующего на основе смолы СФЖ-3013, характеризуются стабильно высокими величинами предела прочности при скалывании: если перед проведением испытаний образцов их кипятили в воде в течение 1 ч, то величины рассматриваемого показателя находи-

Таблица 1

Показатель качества фанеры	Требование к показателю по ГОСТ 3916.1–96, не менее	Величина показателя – при относительном массовом содержании ОКР-4Ф в смеси СФЖ-3013, %				
		0	5	10	20	50
Предел прочности при скалывании по клеевому слою, после кипячения в воде в течение 1 ч, МПа	1,5	2,0	1,99	1,94	2,05	1,68

Таблица 2

Показатель качества фанеры	Величина показателя – при толщине фанеры, мм				Требование к показателю по ГОСТ 3916.1-96 с изм. 1, не менее
	9,0	15,0	18,0	21,0	
Предел прочности при скальвании, после кипячения в воде в течение 1 ч, МПа	2,2	2,1	1,9	2,2	1,5
Предел прочности при скальвании, после кипячения в воде в течение 6 ч, МПа	1,43	1,64	1,45	1,42	1,2

дятся в диапазоне от 1,9 до 2,2 МПа (по соответствующему ГОСТу они должны быть не менее 1,5 МПа), а если в течение 6 ч – в диапазоне от 1,42 до 1,64 МПа (нормативное требование в этом случае – не менее 1,2 МПа).

Путём математической обработки результатов проведения производственного опробования более экономичного связующего (80% смолы СФЖ-3013 и 20% ОКР-4Ф), в ходе которого была переработана партия реагента ОКР-4Ф суммарной массой

120 т, установлено: при указанной величине $C_{M,0}$ реагента ОКР-4Ф в связующем величина расхода смолы СФЖ-3013 в среднем составляет от 75 до 85 кг/м³ фанеры.

Заключение

Фактические величины показателей качества полученных опытных образцов берёзовой фанеры и достигнутый экономический эффект позволили руководству Пермского фанерного комбината принять предложение авторов постоянно исполь-

зовать окисленный крахмальный реагент ОКР-4Ф при производстве фанеры.

Список литературы

1. Тематические страницы “Лес и упаковка” // Коммерсантъ. – 2006. – № 194. – С. 28–30.
2. Романов Н.М., Медведева Л.В., Хуршудов В.А. Окисленный крахмальный реагент – эффективный модификатор КФС, используемый для производства древесностружечных плит // Древесные плиты: теория и практика: Материалы IV научно-практ. семинара. – СПб: СПбГЛТА, 2001. – С. 68.
3. Кондратьев В.П., Кондращенко В.И. Синтетические клеи для древесных материалов. – М.: Научный мир, 2004. – 518 с.
4. Turunen M., Alvila L., Pakkanen Tuula T., Rainio J. Modification of Phenol-Formaldehyde Resol Resins by Lignin, Starch and Urea // J. Appl. Polym. Sci. – V. 88, 582–588 (2003).

ЮБИЛЕЙ А.Г.ЕЛЕНКИНА

19 сентября 2007 г. председателю совета директоров ООО “ПО “Ульяновскмебель”, орденоносцу, почётному работнику лесной промышленности, кандидату педагогических наук, секретарю политсовета Ульяновского регионального отделения партии “Единая Россия” Анатолию Георгиевичу Еленкину исполнилось 50 лет.

После окончания Ульяновского политехнического института Анатолий Георгиевич за два десятилетия прошёл профессиональный путь от мастера производственного обучения до генерального директора ЗАО “Мебельный комбинат “Авиастармебель”, а в 2003 г. его избрали председателем совета директоров производственного объединения “Ульяновскмебель”.

История Ульяновского мебельного комбината началась с образования в 1919 г. артели по изготовлению мебели для рабочих и крестьян. За про-



шедшие 88 лет в результате грамотно проведённой специализации и благодаря целенаправленной политике развития и реструктуризации производства (что не прошло мимо страниц нашего журнала) комбинат вошёл в число передовых предприятий отрасли. Большую роль в достижении

нутом, безусловно, принадлежит А.Г.Еленкину, опытному руководителю, определившему эффективную стратегию развития бизнеса, кадровую и социальную политику на предприятии.

Как и все незаурядные личности, Анатолий Георгиевич отличается широтой кругозора и интересов, высокой порядочностью, оптимизмом. Он прекрасный семьянин, заботливый отец, воспитавший двух сыновей с твёрдой жизненной позицией.

Редколлегия, редакция журнала “Деревообрабатывающая промышленность” и отраслевой Художественно-технический совет по мебели сердечно поздравляют Анатолия Георгиевича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, счастья и новых творческих успехов. И, конечно же, удачной охоты и рыбалки, а также стимулирующих спортивных достижений!

ДЕФЕКТЫ ДРЕВЕСИНЫ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ

М. В. Кистерная – Государственный историко-архитектурный и этнографический музей-заповедник “Кижи”, **В. А. Козлов** – Институт леса КарНЦ РАН

Древесина – старейший строительный материал, характеризующийся высокой прочностью, лёгкостью обработки, хорошими величинами показателей звуко- и теплопроизоляции. К достоинствам следует также отнести и то, что в отличие от других строительных материалов древесина является возобновляемым ресурсом. Проблема долговечности построек – одна из важнейших как для развития современного малоэтажного домостроения, так и для сохранения исторических архитектурных памятников. Причинами разрушения зданий, помимо пожара, могут быть как недостатки конструкции, так и деструкция самой древесины в процессе эксплуатации под воздействием факторов окружающей среды и биоразрушителей. Сохранение культурной ценности памятников, их аутентичности невозможно без сохранения подлинного материала.

В данной статье обобщены собранные авторами материалы по состоянию древесины культовых сооружений, построенных в XVII–XVIII вв. на территории Карелии, Новгородской области, Восточной Финляндии.

В отечественном древесиноведении различные отклонения от нормы, существенно меняющие качество древесины и ограничивающие её использование, определяют понятием “пороки древесины” [1]. Сюда относят отклонения, возникшие в процессе роста и развития дерева, а также хранения древесины. Утрата же первоначальных (исходных) свойств материала характеризуется тождественным “пороку” понятием “дефект”.

Наличие дефектов в древесине не обязательно свидетельствует о критическом состоянии всего здания. Так, дефекты, образовавшиеся вне зоны эффективного сечения древесины (например, повреждения заболонной части на боковой поверхности сруба), не всегда представляют опасность для целости срубовых конструкций [2].

Эрозия поверхности. Состояние деревянных элементов в большей степени определяется не возрастом памятника, а условиями его эксплуатации. Защищённый от увлажнения и солнечной радиации конструкционный материал почти полностью лишён трещин, во многих случаях сохраняет свой первоначальный цвет и практически не имеет дефектов (рис. 1).

Под воздействием света и влаги происходит фотоокислительная деструкция древесины, сопровождающаяся гидролитическими и окислительными реакциями (рис. 2). Скорость эрозии в значительной мере определяется качеством строительного материала. Для хвойных пород она составляет 6 мм/100 лет [3].

Анализ результатов наших исследований плотности древесины Преображенской церкви на о. Кижи показал: в поверхностном слое (до 1 см) брёвен на южной экспозиции церкви отмечалось снижение плотности древесины в 1,1 раза, а на северной – величина этого показателя практически не изменилась [4].

У большинства брёвен, подвергающихся воздействию факторов окружающей среды, наблюдаются пластевые и кромочные трещины усушки. В большинстве случаев по размерам их можно считать неглубокими (величина отношения глубины трещины к толщине бревна составляет меньше 0,1) трещинами, примерно в одном случае из 10 встречаются глубокие односторонние трещины. Характерно, что больше повреждена верхняя часть бревна (рис. 3). Появление этих дефектов обусловлено как внутренними напряжениями в древесине (в плоскости наименьшего сопротивления – по сердцевинным лучам), нарушающими её целость, так и развитием слабых разрушителей из родов *Phlebiopsis*, *Stereum*, *Corticium* и др., вызывающих заболонную гниль [5, 6].

В ряде случаев на верхних брёвнах строений возникают отлупные трещины – по границе ядерной и заболонной древесины. При этом часто происходит отслоение заболонных слоёв и формирование чешуйчатой структуры бревна (рис. 4).

Незначительное уменьшение прочности наблюдается на поверхности древесины вследствие разрушения целлюлозы некоторыми плесневыми грибами (*Trichoderma* spp, *Aureobasidium pullulans*). Попадающая в трещины вода, замерзая, также вносит свой вклад в процессы деструкции. В условиях севера Европы трещиноватая структура формируется преимущественно на южных и юго-западных панелях открытых конструкций, реже – на юго-восточных и почти не встречается на северных.

На сегодняшний день наиболее эффективный способ предотвратить процесс эрозии – защита сруба от воздействия окружающей среды с помощью обшивки. Частично эти негативные процессы могут быть уменьшены путём принятия соответствующих конструктивных реше-



Рис. 1. Элемент Преображенской церкви Кижского погоста (1714 г.), эксплуатирующийся в интерьере



Рис. 2. Эродированная поверхность элемента крыльца Покровской церкви Кижского погоста (1764 г.)



Рис. 3. Поверхность брёвен северной стены восточного прируба Преображенской церкви (1714 г.)

ний: выполнения больших свесов кровли, обеспечения затенения с южной стороны, окраски элементов.

Дефекты биологического происхождения. На севере Европы главную роль в снижении долговечности построек играют *дереворазрушающие грибы*. Наиболее распространённый и опасный тип разрушения – бурая деструктивная гниль [4, 5]. В Карелии она обычно вызывается так называемыми домовыми грибами следующих видов: настоящим (*Serpula lacrymans*), плёнчатым (*Coniophora puteana* (Fr.)), белыми (*Coriolellus sinuosus* (Fr.) и *Fibuloporia vaillantii* (Fr.)) и пластинчатым (*Paxillus pa-nuoides* (Fr.)) [4]. В процессе жизнедеятельности эти грибы превращают целлюлозу и гемицеллюлозы в водорастворимые компоненты, оставляя неразрушенным лигнин. Вначале поражённая древесина становится бурой, затем в ней появляются редкие или частые глубокие трещины (продольные и поперечные). В конечной стадии процесса гниения древесины гниль распадается по трещинам на мелкие кусочки призматического вида, легко растирающиеся в порошок (рис. 5). Поражённая древесина станов-

ится потенциальным источником заражения. Локализация биоразрушителей определяется биологическими особенностями грибов каждого вида.

В регионах с умеренным климатом большие деструктивные повреждения элементов строений вызываются настоящим домовым грибом [7]. В памятниках разрушения, вызванные этим грибом, чаще всего встречаются в плохо вентилируемых частях зданий: межэтажных перекрытиях, подвальных конструкциях (особенно при контакте с грунтом), реже – в чердачных помещениях.

Часто элементы деревянных построек поражаются белым домовым грибом (*Coriolellus sinuosus* (Fr.)). Частая встречаемость белого домового гриба в чердачных помещениях и сырых местах по протечкам объясняется высокими оптимальной (28°C) и летальной (80°C) для грибов этого вида величинами температуры [5].

Плёнчатый домовый гриб часто повреждает конструктивные элементы, эксплуатируемые в условиях повышенной влажности: нижние венцы, соприкасающиеся с землёй; элементы под нарушенной обшивкой, под окнами.

В открытых со всех сторон сооружениях древесину чаще всего разрушают грибы, приспособленные к значительным колебаниям температуры и периодическому увлажнению. Среди видов таких грибов отметим заборный гриб (*Gloephylum sepiarium* (Fr.) Karst). При оптимальных температурно-влажностных условиях его плодовые тела (опасные разрушители древесины) образуются достаточно быстро – за 3–5 лет.

В условиях периодического увлажнения: на наружных элементах, местах протечек – часто встречается умеренная (плесневая, мягкая) гниль древесины, вызываемая комплексом микромицетов, включающим анаморфные и сумчатые грибы из родов *Coniothecium* и *Stysanus*. Грибы, вызывающие умеренную гниль, разрушают вещества вторичного слоя, срединную пластинку или растворяют торусы окаймлённых пор [1]. Поверхность древесины размягчается, глубина поражения обычно не превышает 1–3 мм, однако влагоудерживающая способность древесины значительно возрастает (рис. 6).

Одна из самых эффективных мер по предотвращению поражения древесины дереворазрушающими грибами – обеспечение таких условий эксплуатации конструкций, при которых величина влажности древесины не превышает 20% [4].

На севере Европы *насекомые* являются вторичными *разрушителями древесины*. На поверхности установленных в сруб неокорёных элементов хорошо видны следы короедов и лубоедов (*Scolytidae*), а также фиолетового усача (*Callidium violaceum* L.) (рис. 7). Повреждения, вызываемые этими жуками, являются локальными и не сказываются на прочности памятника и продолжительности периода его эксплуатации.

Большой вред древесине наносят жуки-точильщики (*Anobiidae*) – одни из основных разрушителей исторической древесины (рис. 8). Задача предотвратить разрушение древесины этими вредителями сложнее задачи в отношении дереворазрушающих грибов: жуки-точильщики способны развиваться в относительно сухой древесине (влажностью 10–12%) и обитают внутри древесины почти во всех фазах развития [8].

Домовый точильщик (*Hadrobregmus pertinax* L.) заселяет преимущественно древесину, простоявшую в постройке несколько лет и промерзающую зимой: конструктивные элементы чердачных перекрытий, брёвна ниж-



Рис. 4. Типичные трещины в брёвнах сруба Преображенской церкви (1714 г.).



Рис. 5. Древесина, разрушенная грибами, вызывающими буро-деструктивную гниль.

них венцов в местах увлажнения (под подоконниками, между окнами, в углах крайних комнат и особенно кухни), брусья крыши, чёрный пол. Часто поражение домовым точильщиком сопровождается появлением бурой гнили.

Рекомендованные методы снижения численности колоний домовых точильщиков: спринцевание выходных отверстий, обмазка фтористыми соединениями – в многоэлементных постройках, каковыми являются музейные объекты, малоэффективны и весьма трудоёмки. Проводить фумигацию в жилых домах и на музейных объектах, входящих в постоянную экспозицию, невозможно из-за высокой токсичности рекомендуемых фумигантов (в частности, метилбромида).

Институтом леса КарНЦ РАН совместно с музеем-заповедником “Кижи” успешно внедряется научно обоснованная технология тепловой обработки древесины, поражённой домовым точильщиком. Она состоит в акустическом детектировании (обнаружении) очагов развития этих вредителей и тепловой обработке обнаруженных очагов с использованием волн СВЧ.

Дефекты, возникшие после химической консервации длительно эксплуатируемой древесины. В 1980-е годы для защиты многих деревянных экспонатов как музея-заповедника “Кижи”, так и других музеев под открытым небом от биоповреждений использовали методы химической консервации древесины [5]. Наиболее широко применяли водорастворимые антисептики на основе пентахлорфенолята натрия (ПХФН): ПББ-211 (ПХФН, бура, борная кислота) и ПЗС (пентахлорфенол-2, зелёное масло-10, уайт-спирит-88). Глубокая панельная пропитка, обеспечивающая проникновение антисептирующего раствора в древесину на глубину 2–3 см, гарантировала, по мнению сотрудников Сенежской лаборатории, 100-летний период безопасной эксплуатации памятников.



Рис. 6. Древесина, поражённая комплексом микромицетов, вызывающих умеренную гниль (восьмерик Покровской церкви Кижского погоста, 1764 г.).

Наши исследования показали, что упомянутая глубокая консервация древесины вызывает появление дополнительных дефектов [4]. После окончания пропитки древесины, в течение которой в ней вводили значительное количество воды, проводили интенсивную сушку пропитанной древесины. Так как влага в древесине была распределена неравномерно, то в ней возникали внутренние напряжения, которые приводили к расширению старых и появлению новых трещин в верхней четверти брёвен, а на косослойных брёвнах – по всей поверхности. Вследствие более сильного нагрева поверхности южных панелей они оказались более повреждёнными.

Размеры образовавшихся трещин можно считать показателями внутренних напряжений, возникших в этом процессе. Сравнение характеристики поверхности брёвен южной панели Покровской церкви, пропитанных ПББ-211 панельным способом, с характеристикой поверхности необработанных брёвен юго-восточной панели основного восьмерика Преображенской церкви Кижского погоста (табл. 1) показало: пропитанные брёвна в 2 раза хуже непропитанных брёвен по глубине и ширине трещин, что свидетельствует о возникновении в пропитанной древесине – в процессе её сушки – значительных внутренних напряжений.

Таблица 1

Вид химической обработки брёвен	Размеры трещин, см	
	глубина	ширина
Глубокая панельная пропитка препаратором ПББ-211	9,65±0,50	2,05±0,10
Контроль	4,11±0,35	1,06±0,06

Использование химических препаратов для консервации старой древесины вызывало порой непредсказуемое изменение цвета. Это происходило как из-за частичной деструкции компонентов древесины, так и вследствие образования красящих пигментов в результате химических реакций. Всё это отрицательно сказалось на визуальном восприятии памятников деревянного зодчества, что крайне нежелательно для музеев под открытым небом.

Из-за изменения химического состава и ультратонкой структуры обработанной древесины [4] процессы её увлажнения и сушки протекают по-разному. Для древесины, подвергнутой глубокой консервации, характерна большая влагоинерционная способность при изменении состояния внешней среды, что обуславливает появление



Рис. 7. Следы лубоедов на поверхности конструктивных элементов



Рис. 8. Плаха потолка, разрушенная жуком-точильщиком

значительных перепадов влажности по сечению и значительных внутренних напряжений.

ПХФН достаточно хорошо удерживается в древесине.

Таблица 2

Образец	Величина относительного массового содержания фенолов, %, по методу окрашивания, глубина проникновения, см	
	спектрометрическому на а.с.н	
Древесина, прошедшая полную "панельную обработку" комплексным препаратом ПББ	Фенолы обнаружены до глубины 3,2 см	1,1±0,3
Древесина, не обработанная антисептиком	Не обнаружено	<0,01

Химический анализ, проведённый на объектах музея-заповедника "Кижи", показал: через 24 года после проведения полной "панельной обработки" древесины величина относительного массового содержания фенольных соединений, или фенолов в ней достаточно велика (табл. 2).

Использование одного только метода химической консервации – без обеспечения безопасного режима эксплуатации памятника – не может полностью исключить возможность развития новых дефектов. Так, на чердачных конструкциях Покровской церкви на о. Кизи (для консервации которой было использовано несколько тонн антисептиков, содержащих ПХФН) были обнаружены несовершенные и сумчатые грибы, вызывающие умеренную гниль и очаги развития домового точильщика, в подклете – плодовые тела настоящего домового гриба [4]. Снизить активность разрушителей древесины удалось лишь путём проведения работ по восстановлению системы аэрации, удалению прилегающего к опорам грунта, санации.

Осуществление глубокой химической консервации долгое время эксплуатировавшейся древесины привело к нарушениям целости её структуры как на микро-, так и на макроуровне, что значительно снижает продолжительность срока службы объекта в целом.

Список литературы

1. Вакин А.Т., Полубояринов О.И., Соловьев В.А. Пороки древесины. – 2-е изд. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 112 с.
2. Никитин М.К., Ошкаев А.Х. Модификация древесины памятников деревянного зодчества. – Петрозаводск, 1992. – 112 с.
3. Feist W. C., Hon D.N-S. Chemistry of weathering and protection. – London, 1983. – 275 p.
4. Кистерия М.В. Оценка состояния древесины архитектурных памятников. Дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГУЛ, 2000. – 124 с.
5. Горшин С.Н., Максименко Н.А., Горшина Е.С. Защита памятников деревянного зодчества. – М.: Наука, 1992. – 297 с.
6. Фёдоров Н.И. Лесная фитопатология: Учебник для студентов специальности "Лесное хозяйство". – Минск: БГТУ, 2004. – 462 с.
7. Viitanen H., Ritschkoff A.C. Brown rot decay in wooden constructions. Effects of temperature, humidity and moisture. – Uppsala: Swedish Univ. of Agricultural Sciences: Rep. N 222. – 1991. – 55 p.
8. Защита леса от вредителей и болезней: Справочник / А.Д.Маслов и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 414 с.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Зарубежные читатели могут оформить подписку на журнал «Деревообрабатывающая промышленность» с доставкой в любую страну по адресу: 129110, Москва, Россия, ул. Гиляровского, дом 39, ЗАО "МК – Периодика", телефоны: (495) 681-9137, 681-3798, факс 681-3798.

Подписка производится по экспортному каталогу ЗАО «МК – Периодика», цены которого включают авиадоставку.

Кроме того, подписаться на журнал можно через фирмы и организации любой страны, имеющие деловые отношения с ЗАО "МК – Периодика".

Указатель статей, опубликованных в журнале “Деревообрабатывающая промышленность” в 2007 г.

№ журн.	№ журн.
Ветшева В.Ф., Аксеновская Н.А., Айзенберг А.И. – Современные экономические и социальные проблемы развития лесопромышленного комплекса Сибири и пути их решения 55 лет вместе с отраслью	5
Реутов Ю.М. – Первоочередные и стратегические задачи развития лесного комплекса Татарстана	6
Сидоров Ю.П. – Мебельный рынок России	2
Чубинский А.Н., Смирнов Ю.А., Плотников А.С. – Анализ состояния и перспектив развития мирового производства и потребления фанеры	5
Наука и техника	
Амалицкий Вит.В., Пасько С.А. – Определение значений показателей надёжности в сертификационных испытаниях дисковых пил с твердосплавными пластинками для обработки древесных материалов	1
Барташевич А.А., Романовский А.М. – Уплотнённый шпон сосны в производстве мебели	1
Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е. – Уточнение методики расчёта скорости естественной циркуляции агента сушки	1
Гришкевич А.А., Клубков А.П., Аникеенко А.Ф., Драгун А.К. – Совершенствование многогранных твердосплавных пластин одноразового использования для фрезерования древесины и древесных плитных материалов ..	1
Ефимова Т.В. – Твердосплавная концевая фреза для профильной обработки поверхности МДФ	1
Карнович С.И., Гришкевич А.А., Карнович С.С. – Повышение эффективности эксплуатации круглых пил ...	1
Кретинин О.В., Адиков С.Г., Гордеев В.Ф. – Определение оптимального значения амплитуды колебаний резца при ультразвуковом резании древесины	1
Плотников С.М. – Совершенствование системы ориентирования стружки в производстве древесных плит	1
Романовский А.М. – Исследование свойств древесины тонкомерной сосны как материала для производства мебели	1
Сафин Р.Р., Мустафин З.Р., Чернышёв А.Н. – Совершенствование режимов сушки пиломатериалов в вакуумно-кондуктивных камерах	1
Сафонов А.О., Сергеев С.В. – Разработка энергосберегающей системы управления сушкой шпона в газовых роликовых сушилках	2
Фомин А.А., Гусев В.Г. – Получение обрезных строганых пиломатериалов из горбыля по новой технологии его обработки	2
Чернышёв А.П. – Определение зависимости физических показателей древесины от технологических параметров режимов вакуумной сушки	4
Экономия сырья, материалов, энергоресурсов	
Гороховский А.Г. – Исследование влияния разброса влажности сухих пиломатериалов на качество продукции деревообработки	4
Стенина Е.И. – Оптимизация импульсного режима про-	5
Питки пиломатериалов антисептиками	
Уласовец В.Г. – Влияние пороков древесины соснового пиловочника на толщину выпиливаемых досок	6
Уласовец В.Г. – Распиловка брёвен параллельно образующей с выработкой спецификационных пиломатериалов одной толщины	4
Деревянные конструкции	
Варфоломеев А.Ю., Розлдсет Э. – Разработка экспериментального образца деревянного модульного жилого дома для севера России	4
Глебов С.В., Сирота И.И. – Каждой конструкции – свою клеевую систему	3
Гусев Б.П. – Традиционные и нетрадиционные конструкции русского деревянного зодчества	4
Кистерная М.В., Козлов В.А. – Дефекты древесины архитектурных памятников	6
Ковальчук Л.М. – Некоторые соображения о современном положении подотрасли деревянных конструкций	3
Ковальчук Л.М., Погорельцев А.А. – История лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСКа имени В.А.Кучеренко: дела и люди	3
Ковальчук Л.М. – Российское производство клёвых деревянных конструкций: современное состояние и актуальные соображения к планированию его нормализации ..	5
Ковальчук Л.М., Успенская Н.А., Пьянов А.Н. – Восстановление деревянных конструкций зрительного зала Большого театра России	3
Ковальчук Л.М., Успенская Н.А. – Сертификация клёвых деревянных конструкций	3
Кривцов Ю.В., Ладыгина И.Р., Васильева Н.Ф. – Огнезащитные лаки для древесины	5
Левинский Ю.Б., Агафонова Р.И., Савина В.В. – Влияние подбора древесины на эксплуатационные показатели комбинированных клёвых балок	4
Лиходиевский В.П. – Конструкции малоэтажных деревянных домов Тамбовского завода “Тамак”	3
Ломакин А.Д. – Защита несущих клёвых деревянных конструкций	3
Маженштейн М.А., Сафонов Д.А. – Проектирование и производство клёвых деревянных конструкций на заводе “Сафоноводрев”	3
Славик Ю.Ю. – Особенности технического регулирования в области клёвых деревянных конструкций	3
Травуш В.И., Ковальчук Л.М. – Деревянные конструкции в современном строительстве	3
Организация производства, управление, НОТ	
Алексеев А.Е., Бедердинова О.И. – Экономико-математическая модель для определения эффективности проектирования лесопильных участков	6
Бедердинова О.И. – Функциональная модель лесопильного производства, составленная в соответствии с нотацией IDEF0	5
Вахнина Т.Н., Титунин А.А., Белихин А.А. – Научные и	5

№ журн.

№ журн.

- организационно-технические аспекты функционирования системы управления качеством продукции
Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е. – Анализ динамики процессов сушки древесины с применением вычислительной среды Mathcad-12
Данилов А.Д., Кривотулова М.А. – Оптимизация ассортимента изделий мебельного производства с использованием нечётких множеств
Руденко Б.Д. – Комплексный показатель эффективности конвективных сушильных камер

Охрана окружающей среды

- Черемных Н.Н., Шестаков А.Н.** – Факторы, подлежащие учёту при общей компоновке технологической машины с пониженным шумообразованием

В институтах и КБ

- Ветошкин Ю.И., Шишкина С.Б., Яцун И.В.** – Совершенствование технологии создания рентгенозащитных лакокрасочных покрытий
Газеев М.В., Жданова И.В., Старцев А.В. – Аэроионизационный способ отверждения лакокрасочных покрытий, образованных водными лаками
Мазуркин П.М., Ефимов А.А. – Сертификация древесины растущих деревьев
Трубников Н.А. – Получение древесины с изменённой текстурой
Чернышёв А.Н. – Нахождение безопасных значений степени насыщенности сушильного агента при сушке пиломатериалов в аэродинамических камерах

Производственный опыт

- Анохин А.Е., Матюшин И.Т.** – Интенсификация процесса прессования брикетов при изготовлении древесностружечных плит
Подозеров Д.А., Подозерова Ю.А., Шуляев А.Г., Соколов В.Ю., Хуршудова С.В. – Промышленное опробование результатов исследования возможности использования реагента ОКР-4Ф при производстве фанеры

Подготовка кадров

- Рыкунин С.Н.** – Концепция основной образовательной программы подготовки бакалавров по технологии деревообработки
Санаев В.Г., Рыкунин С.Н. – Ожидаемые требования к результатам профессиональной подготовки бакалавров и магистров по специальности “Технология деревообработки”
Сереженко П.А. – Новое – забытое старое

Информация

- Барташевич А.А.** – Международная выставка “Минский мебельный салон”
Большепролётные клёные деревянные конструкции промышленных зданий; двутавровые клёёные балки для опалубки монолитного домостроения; клёёный стеновой брус; малоэтажный деревянный дом

- БАК Министерства образования и науки РФ учитывает основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук, опубликованные в журнале “Деревообрабатывающая промышленность”
В.А.Козыреву – 70 лет!
Вниманию авторов статей! О подготовке научно-технических статей для журнала “Деревообрабатывающая промышленность”
Вниманию читателей! Объявление о подписке на журнал “Деревообрабатывающая промышленность”
80 лет Лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСКА имени В.А.Кучеренко
Дымова Е.И. – Торговый дом “ЕвроХим-1” в преддверии очередного мебельного сезона
ЕвроЭкспомебель/ЕЕМ. 15-я международная специализированная выставка-ярмарка мебели и сопутствующих товаров. 15–19 мая 2007 г. Москва, ВЦ “Крокус Экспо” ..
ЕвроЭкспомебель – Урал. 2-я международная специализированная выставка-ярмарка мебели и сопутствующих товаров. 26–28 сентября 2007 г. Екатеринбург, МВК – Урал
Журнал в гостях у ЗАО “Пинскдрев”
Интеркомплект. 6-я международная специализированная выставка комплектующих, фурнитуры, материалов для производства мебели. 15–19 мая 2007 г. Москва, ВЦ “Крокус Экспо”
Коллективная экспозиция Италии на международной выставке “Лестхпродукция–2007”. 4–7 декабря. Москва, МВЦ “Крокус Экспо”
Коллекция мебели для кабинета руководителя “Дипломат-кристалл” (Компания “Феликс”)
Лаборатория деревянных конструкций ЦНИИСКА имени В.А.Кучеренко предлагает
Лауреаты Национальной премии “Российская кабриоль” 2006 г.
Мебель для профессионалов. Авторская разработка компании “Юнитекс”, собственное производство, идеальная эргономика, максимальная функциональность
Мягкая мебель “Аляска” ЗАО “Пинскдрев”
Набор мебели для гостиной “Доротея” (ЗАО “Кристина”)
Набор мебели для квартиры “Доротея” ЗАО “Производственная компания “Кристина”
Набор мебели для кухни “Веймар” (ООО “Гига”, автор – А.Цесевич)
Набор мебели для кухни “Каприз” ОАО “Графское”
Наборы мебели для кухни “Афродита-3” ОАО “ХК“Мебель Черноземья”
Офисная мебель ЗАО “Компания “Камбию”
Памяти В.П.Бухтиярова
ПО “Ульяновскмебель”. Коллекция корпусной мебели “Evita” – лауреат Национальной премии “Российская кабриоль”
Программа корпусной мебели “Мелодия-Доротея” ЗАО “Производственная компания “Кристина”
Продукция ОАО “ХК“Мебель Черноземья”
Продукция ООО “Актуальный дизайн”
Регионлеспром. 5-я межрегиональная выставка-ярмарка “Деревообработка. Продукция лесопромышленного комплекса. Предметы народных промыслов”. 11–13 апреля 2007 г. Чита, ВЦ “Забайкальский”
Редакция журнала поздравляет тружеников лесного комплекса с Днём работников леса – 16 сентября

Реестр экспертов по древесине, лесоматериалам, конструкциям и изделиям из древесины, технологии лесозаготовок и деревообработки	№ журн.
Санаев В.Г. – А.Н.Обливину – 75 лет!	2
Санёв В.И. – К 100-летию со дня рождения А.Э.Грубе ..	5
70-летие А.А.Барташевича	1
Сидоров Ю.П. – Международная выставка “Мебельный клуб–2006” в МВЦ “Крокус Экспо”	1
Сидоров Ю.П. – На международной выставке “Мебель–2006”	1
Сидоров Ю.П. – Результаты II всероссийского конкурса претендентов на соискание Национальной премии в области промышленного дизайна мебели “Российская кабриоль” 2006 г	1
Телогрейка. 8-я международная специализированная выставка спецодежды, спецобуви, средств индивидуальной защиты, охраны труда, систем сигнализации и предупреждения, швейного оборудования, технического текстиля, материалов, фурнитуры и аксессуаров. 29 мая – 1 июня 2007 г. Москва, КВЦ “Сокольники”	5
Торговый дом “ЕвроХим-1”. Декоративно-облицовочные материалы для изготовления мебели	5

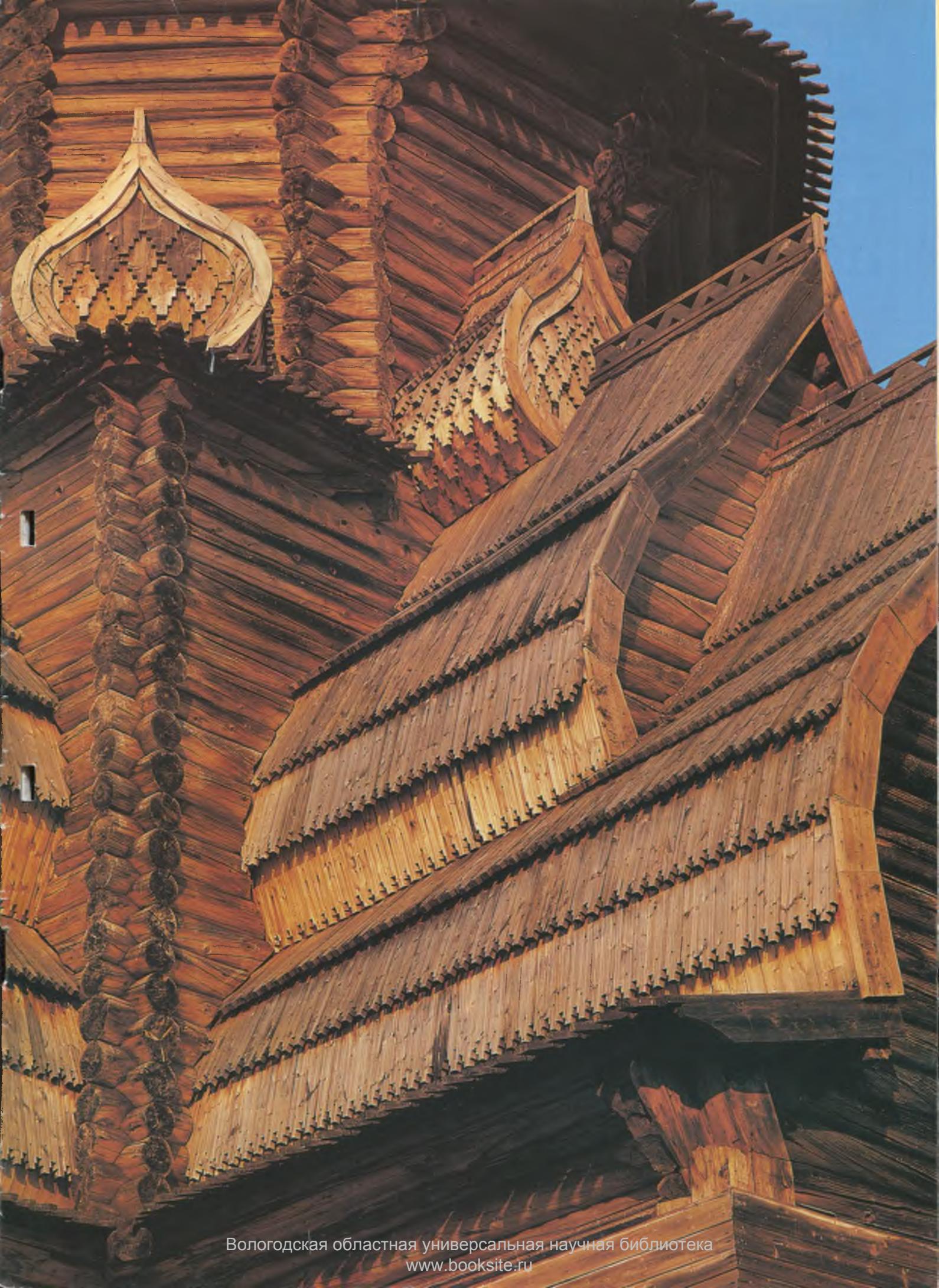
Уголов Б.Н. – Сессия РКСД на передовом предприятии отрасли	1
Химия. 14-я международная выставка химической промышленности. 3–7 сентября 2007 г. Москва, ЦВК на Красной Пресне ЗАО “Экспоцентр”	1
60-летие Ю.Д.Прощенко	2
Юбилей А.Г.Еленкина	6
Юбилей В.И.Зверева	4
Юбилей Г.И.Санаева	2
Юбилей П.Ф.Передерия	2
Юбилей Ф.Г.Линера	5

Критика и библиография

Перечень авторов, опубликовавших статьи в журнале “Деревообрабатывающая промышленность” в 2007 г.	6
Но страницам технических журналов	1, 4
Сидоров Ю.П. – Новый учебник по истории мебели древнего мира и Западной Европы	4
Указатель статей, опубликованных в журнале “Деревообрабатывающая промышленность” в 2007 г.	6

Перечень авторов, опубликовавших статьи в журнале “Деревообрабатывающая промышленность” в 2007 г.

№ журн.	№ журн.	№ журн.
Агафонова Р.И.4	Карпович С.И.4	Санаев В.Г.5, 6
Адиков С.Г.4	Карпович С.С.4	Санёв В.И.1
Айзенберг А.И.6	Кистерная М.В.6	Сафин Р.Р.2
Аксеновская Н.А.6	Клубков А.П.6	Сафонов А.О.2
Алексеев А.Е.6	Ковальчук Л.М.3, 5	Сафропов Д.А.3
Амалицкий Вит.В.1	Козлов В.А.6	Сергеев С.В.2
Аникиенко А.Ф.6	Кретинин О.В.4	Сереженко П.А.2
Анохин А.Е.2	Кривотулова М.А.5	Сидоров Ю.П.1, 2, 4, 5
Барташевич А.А.1, 4	Кривцов Ю.В.5	Сирота И.И.3
Бедердинова О.И.5, 6	Ладыгина И.Р.5	Славик Ю.Ю.3
Белихин А.А.1	Левинский Ю.Б.4	Смирнов Ю.А.1
Варфоломеев А.Ю.4	Лиходиевский В.П.3	Соколов В.Ю.6
Васильева Н.Ф.5	Ломакин А.Д.3	Старцев А.В.6
Вахнина Т.Н.1	Маженштейн М.А.3	Стенина Е.И.5
Ветошкин Ю.И.5	Мазуркин П.М.4	Титунин А.А.1
Ветиева В.Ф.6	Матюшин И.Т.2	Травуш В.И.3
Газеев М.В.6	Мустафин З.Р.2	Трубников И.А.4
Глебов С.В.3	Пасько С.А.1	Уголов Б.Н.1, 2
Гордеев В.Ф.4	Плотников А.С.1	Уласовец В.Г.4, 6
Гороховский А.Г.4–6	Плотников С.М.5	Успенская П.А.3
Гришкевич А.А.4, 6	Погорельцев А.А.3	Фомин А.А.2
Гусев Б.П.4	Подозеров Д.А.6	Хуршудова С.В.6
Гусев В.Г.2	Подозерова Ю.А.6	Черемных Н.Н.4
Данилов А.Д.5	Пьянков А.Н.3	Чернышёв А.Н.2, 4, 6
Драгун А.К.6	Реутов Ю.М.5	Чубинский А.П.1
Дымова Е.И.5	Романовский А.М.1	Шестаков А.Н.4
Ермошина А.В.2	Роэлдсест Э.4	Шишкина Е.Е.5, 6
Ефимов А.А.4	Руденко Б.Д.1	Шишкина С.Б.5
Ефимова Т.В.6	Рыкунин С.Н.6	Шуляев А.Г.6
Жданова И.В.6	Савина В.В.4	Ячуй И.В.5



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Продукция
ОАО “ХК “Мебель Черноземья”



Набор мебели для общей комнаты “Палермо”



Набор мебели для спальни “Люксор”

К статье Ю.П.Сидорова “Результаты II всероссийского конкурса претендентов на соискание Национальной премии в области промышленного дизайна мебели “Российская кабриоль” 2006 г.” (см. № 5/2007)